

**XVIII INTERNATIONAL CONFERENCE  
ON SCIENCE AND TECHNOLOGY  
RUSSIA-KOREA-CIS**

Moscow, August 26–28, 2018

**PROCEEDINGS**

MOSCOW  
2018

ББК 72.4ж(0)я431  
B 76

### **Organizing Committee**

#### Chairman

**TEN Edis** – Dr. Sc., Professor of National University of Science and Technology "MISIS", President of "AKSTS"

#### Vice-chairmen

**KIM Myung-Ja** – Ph.D., President of Korean Federation of Science and Technology Societies (Republic of Korea)

**TSO Vasilii** – Chairman of All-Russian Association of Koreans

**MUN Grigoriy** – Dr. Sc., Professor, President of "KAHAK" (Kazakhstan)

**JUN Lubov** – Dr. Sc., President of "TINBO" (Uzbekistan)

#### Members

**SON Eduard** – Academician of RAS, Professor, Dr. Sc., deputy director of the Joint institute of high temperatures of the Russian Academy of Sciences, Senior Vice-President of "AKSTS"

**TSOY Alexey** – Dr. Sc., Professor, Honorary Chairman of "AKSTS"

**PAK Ivan** – Dr. Sc., Professor, advisor to President of "KAHAK" (Kazakhstan)

**TSOY Evgeny** – Dr. Sc., Professor of Novosibirsk State Technical University, board member of "AKSTS"

**TKHAY Valeriy** – Dr. Sc., Professor of Ural State Medical University, board member of "AKSTS"

**KHVAN Alexander** – Dr. Sc., Director of Innovative Business Incubator of Voronezh State University

**YUN Svetlana** – Ph.D., Leader of Solution Ecosystem Part, Regional Business Lab, Samsung RnD Institute RUS

**CHO Gvan Chun** – Ph.D, Associate professor of National Research University "Moscow Power Engineering Institute", Vice-President of "AKSTS"

**KIM Roman** – Ph.D, Associate professor of National Research University "Moscow Aviation Institute"

**KIM Irina** – Ph.D, Scientific fellow of National Medical Research Center for Preventive Medicine, Academic Secretary of "AKSTS"

**LIM Sang Hyun** – Ph.D, CEO of "GT-Consulting", Acting Vice-President of "AKSTS"

**KLISHEVICH Michael** – Lead Developer of Alfa-Bank JSC, Founder of Online School Of Programming "Coding Bootcamp Ru"

**PAI Pavel** – Master's degree student of the 1st y.s. Lomonosov MSU, faculty of geology. President of Youth Movement of Moscow Koryosarams

B 76 **XVIII International Conference on Science and Technology Russia-Korea-CIS.** August 26–28, 2018. Moscow. Proceedings / Composite authors. – Novosibirsk: NSTU Publisher, 2018. – 354 pp.

ISBN 978-5-7782-3637-0

Collection includes proceedings, presented to organizing committee of the Conference in e-version within the prescribed deadline.

Proceedings distributed by fields in alphabetical order by the last name of authors (co-authors)-speakers.

ББК 72.4ж(0)я431

ISBN 978-5-7782-3637-0

© Composite authors, 2018

© Korean Science and Technology Society "AKSTS", 2018

**XVIII МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
ПО НАУКЕ И ТЕХНОЛОГИЯМ  
РОССИЯ-КОРЕЯ-СНГ**

Москва, 26–28 августа 2018

**ТРУДЫ КОНФЕРЕНЦИИ**

МОСКВА  
2018

ББК 72.4ж(0)я431  
В 76

### **Оргкомитет**

#### Председатель оргкомитета

**ТЕН Э. Б.** – проф. д.т.н., НИТУ «МИСИС», президент НТО «АНТОК»

#### Сопредседатели

**КИМ Myung-Ja** – Ph.D., президент KOFST (Республика Корея)

**ЦО В.И.** – председатель Общероссийского объединения корейцев

**МУН Г.А.** – проф., д.х.н., академик НИА, президент НТО «КАХАК» (Казахстан)

**ЮН Л.М.** – д.х.н., академик Международной академии наук о природе и обществе, президент НТО «ТИНБО» (Узбекистан)

#### Члены оргкомитета

**СОН Э.Е.** – академик РАН, проф., д.ф.-м.н., заместитель директора Объединенного института высоких температур РАН, первый вице-президент НТО «АНТОК»

**ЦОЙ А.Д.** – проф., д.т.н., почетный председатель НТО «АНТОК»

**ПАК И.Т.** – проф., д.т.н., академик РАЕН, советник президента НТО «КАХАК» (Казахстан)

**ЦОЙ Е.Б.** – проф., д.т.н., ФГБОУ ВО «НГТУ», член Правления НТО «АНТОК»

**ТХАЙ В.Д.** – проф., д.х.н., ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России, член Правления НТО «АНТОК»

**ХВАН А.Д.** – д.т.н., директор инновационного бизнес-инкубатора ФГБОУ ВО «ВГУ»

**ЮН С.Г.** – доц., к.т.н., руководитель группы развития экосистем решений Лаборатории развития бизнес решений Исследовательского центра Samsung

**ЧО Г.Ч.** – доц., к.т.н., ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», вице-президент НТО «АНТОК»

**КИМ Р.В.** – доц., к.т.н., ФГБОУ ВО «МАИ» (НИУ)

**КИМ И.В.** – к.м.н., н.с. ФГБУ «НМИЦ ПМ» Минздрава России, ученый секретарь НТО «АНТОК»

**LIM Sang Hyun** – к.х.н., генеральный директор «GT-Consulting», и.о. вице-президента НТО «АНТОК»

**КЛИШЕВИЧ М.А.** – главный разработчик АО «Альфа-Банк», основатель онлайн школы по программированию Coding Bootcamp Ru

**ПАЙ П.П.** – магистрант МГУ им. М.В. Ломоносова, председатель Молодежного движения корейцев Москвы

**В 76 XVIII Международная конференция по науке и технологиям Россия-Корея-СНГ.** Москва, 26–28 августа 2018: труды конференции / Коллектив авторов. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2018. – 354 с.

ISBN 978-5-7782-3637-0

В сборник включены материалы докладов, представленные в организационный комитет конференции в электронном виде в установленные сроки.

Материалы распределены в сборнике по тематике доклада в алфавитном порядке по фамилии авторов (соавторов)-докладчиков.

ББК 72.4ж(0)я431

ISBN 978-5-7782-3637-0

© Коллектив авторов, 2018

© Научно-техническое общество «АНТОК», 2018

## СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

ПРИВЕТСТВИЕ ПРЕЗИДЕНТА НТО «АНТОК» ТЕН Э.Б.....	12
ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЧИКИ.....	13
<b>БИОТЕХНОЛОГИИ, ХИМИЯ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ (секция А).....</b>	<b>21</b>
<b>BIOTECHNOLOGY, CHEMISTRY AND SOCIAL SCIENCES (workshop A).....</b>	<b>21</b>
А.Е. Азимханова, Д.С. Казыбаева, Ю. Лигай, Ж.А. Нурпеисова, Г.С. Ирмухаметова СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ МУКОАДГЕЗИВНЫХ И БИОДЕГРАДИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ГЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ПЕНТАЭРИТРИТОЛ ТЕТРААКРИЛАТА (ПЭТА) И ПЕНТАЭРИТРИТОЛ ТЕТРАКИС(3-МЕРКАПТОПРОПИОНАТА) (ПЭМА).....	21
A.E. Azimkhanova, D.S. Kazybayeva, Yu. Ligai, Zh.A. Nurpeisova, G.S. Irmukhametova SYNTHESIS AND STUDY OF MUCOADHESIVE AND BIODEGRADABLE PROPERTIES OF PENTAERYTHRITOL TETRAACRYLATE (PETA) AND PENTAERYTHRITOL TETRAKIS(3-MERCAPTOPROPIONATE) (PEMP) BASED GELS.....	26
Р.Н. Ан, А.А. Мартынова, С.С. Топорков ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА РОТАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ. ОБОСНОВАНИЕ ВАКЦИНОПРОФИЛАКТИКИ С ПРОГНОЗОМ РАЗВИТИЯ ЭПИДЕМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.....	27
R.N. An, A.A. Martynova, S.S. Toporkov EPIDEMIOLOGY DIAGNOSTICS OF ROTAVIRUS INFECTION. GROUND OF VACCINE PREVENTION WITH THE PROGNOSIS OF DEVELOPMENT OF EPIDEMICS PROCESS.....	31
Н.М. Буранкулова, О.И. Хван, Б.А. Абдукаримов СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВРЕЖДЕНИЙ ПРИ ПАДЕНИЯХ С ВЫСОТЫ И СОБСТВЕННОГО РОСТА.....	32
N.M. Burankulova, O.I. Khvan, B.A. Abdugarimov FORENSIC-MEDICAL CHARACTERISTICS OF DAMAGE WHEN FALLING FROM OWN HEIGHT.....	35
Б.М. Дальжанов, О.И. Хван, Б.А. Абдукаримов СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКАЯ ОЦЕНКА ПЕРВИЧНЫХ И ВТОРИЧНЫХ ВНУТРИСТВОЛОВЫХ КРОВОИЗЛИЯНИЙ ПРИ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЕ.....	37
B.M. Daljanov, O.I. Khvan, B.A. Abdugarimov FORENSIC EVALUATION OF PRIMARY AND SECONDARY INTRA-STEM HEMORRHAGES IN TRAUMATIC BRAIN INJURY.....	42
Н.В. Зубенко, С.В. Шилов, И.С. Коротецкий, Л.Н. Иванова, С.В. Швидко ИЗУЧЕНИЕ СОВМЕСТНОГО ДЕЙСТВИЯ РЕМАНТАДИНА И ИОДСОДЕРЖАЩИХ ПРЕПАРАТОВ НА КУЛЬТУРУ КЛЕТОК МДСК.....	44
N.V. Zubenko, S.V. Shilov, I.S. Korotetskiy, L.N. Ivanova, S.V. Shvidko DRUG COMBINATION STUDIES OF RIMANTADINE WITH IODINE-CONTAINING DRUGS IN MDCK CELL CULTURE.....	50
В.Х. Ким, М.С. Ким ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ НФТМ-ТРИЗ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ВГТУ.....	52
V.H. Kim, M.S. Kim EXPERIENCE OF APPLICATION OF NFTM-TRIZ SYSTEM IN EDUCATIONAL PROCESS OF THE VSTU.....	57
Ен Сун Ким ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА В РОССИИ: РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗВИТИЯ И АКЦЕНТЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ.....	58
Yen Soon Kim THE DIGITAL ECONOMY IN RUSSIA: DEVELOPMENT OUTCOMES AND THE EMPHASIS OF STATE REGULATION.....	63

И. А. Ким ОБ УЧАСТИИ КОРЕЙЦЕВ В РАЗВИТИИ СОВЕТСКОГО РИСОВОДСТВА .....	65
I.A. Kim ABOUT THE PARTICIPATION OF THE KOREANIANS IN DEVELOPMENT OF THE SOVIET DRAWING .....	70
И.В. Ким, Е.В. Бочкарева, Е.К. Бутина ВОЗМОЖНОСТИ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ СТЕНОЗА СОННЫХ АРТЕРИЙ С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВОЙ ФЛЮОРОГРАФИИ В РАМКАХ ДИСПАНСЕРИЗАЦИИ .....	71
I.V. Kim, E.V. Bochkareva, E.K. Butina POSSIBILITY OF COMMON CAROTID ARTERY CALCIFICATIONS DETECTION USING PHOTOFUOROGRAPHY IN PRIMARY CARE SETTINGS .....	74
К.Б. Ким, О.А. Козадерова, С.И. Нифталиев ИЗУЧЕНИЕ ИОННОГО ТРАНСПОРТА В СИСТЕМЕ «ГЕТЕРОГЕННАЯ ИОНООБМЕННАЯ МЕМБРАНА – РАСТВОР НИТРАТА АММОНИЯ» .....	75
K.B. Kim, O.A. Kozaderova, S.I. Niftaliev THE STUDY OF ION TRANSPORT IN THE SYSTEM "HETEROGENEOUS ION-EXCHANGE MEMBRANE – AMMONIUM NITRATE SOLUTION" .....	79
Л.Б. Ким, А.Н. Путятин, Г.С. Русских МЕЛАТОНИН И ЕГО СВЯЗЬ С МЕТАБОЛИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ У МУЖЧИН В ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ .....	80
L.B. Kim, A.N. Putyatina, G.S. Russkikh RELATIONS BETWEEN MELATONIN AND MALE METABOLIC PARAMETERS IN THE EUROPEAN PART OF THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION .....	84
Ким Моисей СОХРАНЕНИЕ ТРАДИЦИИ, ОБЫЧАЕВ, ОБРЯДОВ РОССИЙСКИМИ КОРЕЙЦАМИ .....	85
Kim Moses PRESERVATION OF TRADITIONS, CUSTOMS, RITUALS BY RUSSIAN KOREANS .....	89
Н.О. Ким, Е.А. Ивановская, Н.Е. Ким ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОАККУМУЛЯЦИОННОЙ РТУТИ В СУБСТАНЦИИ ПРОТАМИНА СУЛЬФАТ МЕТОДОМ ИНВЕРСИОННОЙ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ .....	91
N.O. Kim, E.A. Ivanovskaja, N.E. Kim DETERMINATION OG ACCUMULATED MERCURY IN PROTAMINE SULPHATE SUBSTANCE BY STRIPPING VOLTAMMETRY .....	95
Т.Е. Ли, В.К. Ю, Г. Демеу, Н.У. Кыстаубаева БИОСКРИНИНГ ЭФФЕКТИВНЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ПШЕНИЦЕ .....	96
T.E. Lee, V.K. Yu, G. Demeu, N.U. Kystaubayeva BIOSCREENING OF EFFECTIVE SYNTHETIC GROWTH REGULATORS ON WHEAT .....	101
А.Н. Миков, В.В. Бабенко, В.А. Манувера, Н.А. Аниканов, С.И. Ковальчук, Я.А. Андреев, Ю.А. Логашина, Д.А. Корнилов, А.И. Манолов, Н.П. Санамян, К.Е. Санамян, Е.С. Кострюкова, С.А. Козлов, Е.В. Гришин, В.М. Говорун, В.Н. Лазарев ТОКСИНЫ С НЕОБЫЧНЫМИ CYS-ПАТТЕРНАМИ ИЗ ЯДА МОРСКИХ АНЕМОН ВИДА CNIDOPUS JAPONICUS .....	103
A.N. Mikov, V.V. Babenko, V.A. Manuvera, N.A. Anikanov, S.I. Kovalchuk, Y.A. Andreev, Y.A. Logashina, D.A. Kornilov, A.I. Manolov, N.P. Sanamyan, K.E. Sanamyan, E.S. Kostryukova, S.A. Kozlov, E.V. Grishin, V.M. Govorun, V.N. Lazarev TOXINS WITH UNUSUAL CYS-PATTERNS FROM THE VENOM OF THE CNIDOPUS JAPONICUS SEA ANEMONES .....	107
С.Б. Наджмитдинов, О.И. Хван, Б.А. Абдукаримов СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АЛКОГОЛЬНОЙ ИНТОКСИКАЦИИ ПРИ СКОРОПОСТИЖНОЙ СМЕРТИ .....	109

---

S.B. Nadjmitdinov, O.I. Hwang, B.A. Abdukarimov FORENSIC-MEDICAL CHARACTERISTICS OF ALCOHOL INTOXICATION IN SUDDEN DEATH.....	111
И.Т. Пак, И.Э. Сулейменов, С.Т. Байпакбаева ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ СИСТЕМЫ ВВОДА ИНФОРМАЦИИ КАК ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ МАЛОЙ ЗЕЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ .....	112
I.T. Pak, I.E. Suleimenov, S.T. Baipakbayeva ENERGY-SAVING INFORMATION INPUT SYSTEMS AS AN EXAMPLE OF SMALL GREEN ENERGY IMPLEMENTATION CONCEPT .....	115
Т.В. Пак МАРКЕТИНГОВЫЙ АНАЛИЗ АССОРТИМЕНТА УРОЛОГИЧЕСКИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ В АПТЕЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ.....	117
T.V. Pak MARKETING ANALYSIS OF THE ASSORTMENT OF UROLOGICAL DRUGS IN THE PHARMACY .....	119
И.Э. Сулейменов, И.Т. Пак, Ш.Б. Кабдусhev, Г.А. Мун БАЗОВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ИНФОРМАТИКИ.....	121
I.E. Suleimenov, I.T. Park, Sh.B. Kabdushev, G.A. Mun BASIC PROVISIONS OF CHEMINFORMATICS .....	124
И.Э. Сулейменов, С.Т. Байпакбаева, Г.А. Мун ПРИНЦИПЫ НЕЙРОСЕТЕВОЙ ТЕОРИИ МЕЖМОЛЕКУЛЯРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ.....	126
I.E. Suleimenov, S.T. Baipakbaeva, G.A. Mun PRINCIPLES OF THE NEUROET NETWORK OF THE THEORY OF INTERMOLECULAR INTERACTIONS IN AQUEOUS SOLUTIONS.....	129
Ю.И. Сухарев, В.Д. Тхай, И.Ю. Апаликова, В.О. Апаликов КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКИЕ НАНОПРОЦЕССЫ НА ОСНОВЕ ОКСИГИДРАТНЫХ СИСТЕМ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ .....	131
Yu.I. Sucharev, V.D. Thay, I.J. Apalikova, V.O. Apalikov COLLOID-CHEMICAL NANOPROCESSES BASED ON OXYHYDRATE SYSTEMS OF RARE-EARTH ELEMENTS.....	136
В.В. Тхай, С.И. Неуймин, В.Д. Тхай ВЛИЯНИЕ НАНОПОРОШКОВ НА РОСТ РАСТОРПШИ ПЯТНИСТОЙ.....	138
V.V. Tkhay, S.I.Neuimin, V.D. Tkhay INFLUENCE OF NANOPOWDERS ON HEIGHT OF SPOTTED THISTLE.....	141
В.Д. Тхай, О.А. Дудорова, А.Ю. Петров СТАБИЛИЗАЦИЯ ПЕРЕСЫЩЕННЫХ РАСТВОРОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЖИДКОЙ ЛЕКАРСТВЕННОЙ ФОРМЫ ТРИАЗАВИРИНА 10%.....	142
V.D. Tkhay, O.A. Dudorova, A.Yu. Petrov STABILIZATION OF REDUCED SOLUTIONS OF MEDICINAL SUBSTANCES FOR CREATION OF LIQUID MEDICINAL FORM OF TRIAZAVIRIN 10%.....	146
П.И. Уркимбаева, З.А. Кенесова, Г.А. Мун ПОЛУЧЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРОФИЛЬНЫХ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ ПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА И КРАХМАЛА .....	148
P.I. Urkimbaeva, Z.A. Kenessova, G.A. Mun OBTAINING AND CHARACTERISTIC OF HYDROPHILIC BIODEGRATED POLYMERS BASED ON POLYVINYL ALCOHOL AND STARCH .....	152
О.И. Хван, Б.А. Абдукаримов ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВРЕЖДЕНИЙ ОРГАНОВ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ И ЗАБРЮШИННОГО ПРОСТРАНСТВА .....	153

---

O.I. Khvan, B.A. Abdukarimov CHARACTERISTICS OF DAMAGES OF ABDOMINAL CAVITY ORGANS AND RETROPERITONEAL SPACE .....	158
З.В. Цой, Ю.П. Никулин, О.А. Никулина МЯСНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ СВИНЕЙ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ В РАЦИОН КОНЦЕТРАТА ИЗ КОРБИКУЛЫ ЯПОНСКОЙ .....	161
Z.V. Tsoy, U.P. Nikulin, O.A. Nikulina MEAT PRODUCTION OF SWINE WHEN INCLUDED CONCENTRATE OF CORBICULA JAPANESE IN THE DIET .....	164
О.Г. Чарыкова (Ким) ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ РЕГИОНА .....	165
O.G. Charykova (Kim) INCREASE IN COMPETITIVENESS AGRICULTURAL PRODUCTION OF THE REGION.....	170
С.Г. Ше ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ КОРЕЯ .....	171
S.G. She EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF STATE REGULATION BUSINESS ACTIVITY IN THE REPUBLIC OF KOREA .....	176
В.К. Ю, С.С. Жумакова, К.Д. Пралиев, Т.К. Исакова, А.Е. Малмакова, А.Г. Зазыбин ВЗАИМОСВЯЗЬ «СТРУКТУРА – МЕСТНОАНЕСТЕЗИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ» В РЯДУ ПРОИЗВОДНЫХ АЛКИНИЛПИПЕРИДИНА .....	178
V.K. Yu, S.S. Zhumakova, K.D. Praliyev, T.K. Iskakova, A.E. Malmakova, A.G. Zazybin CORRELATION "STRUCTURE-ANESTHETIC ACTIVITY" IN A ALKINYLPYPERIDIN DERIVATIVES FAMILY .....	182
О.К. Югай, П.Б. Воробьев, Т.П. Михайловская, А.П. Серебрянская, Р. Курмакызы ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЙ МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ ПИРИДИНКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ ПРЯМЫМ КАТАЛИТИЧЕСКИМ ОКИСЛЕНИЕМ МЕТИЛПИРИДИНОВ .....	184
O.K. Yugay, P.B. Vorobyev, T.P. Mikhailovskaya, A. Serebryanskaya, R. Kurmakizy ECOLOGY FRIENDLY METHOD OF PYRIDINECARBOXYLIC ACIDS OBTAINING BY DIRECT GAS-PHASE OXIDATION OF METHYLPYRIDINES.....	187
С.М. Юн ЮЖНАЯ КОРЕЯ И ЕВРАЗИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ СОЮЗ.....	188
S.M. Yun SOUTH KOREA AND THE EURASIAN ECONOMIC UNION .....	191
<b>ФИЗИКА, МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (секция В) .....</b>	<b>193</b>
<b>PHYSICS, MATHEMATICS AND INFORMATION TECHNOLOGIES (workshop В).....</b>	<b>193</b>
С.А. Андреев, В.Л. Ким РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ НАНОСЕНСОРОВ .....	193
S.A. Andreev, V.L. Kim DEVELOPMENT OF SOFTWARE OF THE TEST BED FOR RESEARCHING NANOELECTRODES .....	198
Е.В. Асауленко, Н.И. Пак МОДЕЛЬ ИСКУССТВЕННОГО УЧИТЕЛЯ НА ОСНОВЕ МЕНТАЛЬНОГО ПОДХОДА .....	199
E.V. Asaulenko, N.I. Pak MODEL OF THE ARTIFICIAL TEACHER BASED ON THE MENTAL APPROACH .....	204

---

А.В. Ким ВЕЛЯРНОЕ ПРОИЗВЕДЕНИЕ ВЕКТОРОВ .....	206
A.V. Kim VALAR PRODUCT OF VECTORS .....	208
Д.П. Ким АЛГЕБРАЧЕСКИЙ МЕТОД СИНТЕЗА АСТАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ .....	210
D.P. Kim ALGEBRAIC METHOD FOR SYNTHESIS OF ASTATIC CONTROL SYSTEMS .....	215
П.А. Ким ДИАГРАММЫ ВОРОНОГО В ЗАДАЧАХ КЛАСТЕРИЗАЦИИ .....	216
P.A. Kim VORONOI-DIAGRAMS IN THE CLUSTERING PROBLEMS .....	219
Р.Е. Ким ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ СМЕШАННОГО ТИПА ВЫСОКОГО ПОРЯДКА .....	220
R.E. Kim INVESTIGATION OF ONE PROBLEM FOR HIGH ORDER EQUATION OF MIXED TYPE .....	224
Г.А. Мун, И.Э. Сулейменов, Д.Б. Шалтыкова, А.С. Бакиров МОЛЕКУЛЯРНАЯ ИНФОРМАТИКА: НОВЫЕ ПОДХОДЫ К МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОПИСАНИЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ .....	225
G.A. Mun, I.E. Suleimenov, D.B. Shaltykova, A.S. Bakirov MOLECULAR INFORMATICS: NEW APPROACHES TO THE MATHEMATICAL DESCRIPTION OF NEURAL NETWORKS .....	228
Е.Н. Пак, А.В. Оганян ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «ПОРТФОЛИО РАБОТНИКА ОБРАЗОВАНИЯ» НА ОСНОВЕ ТЕМПОРАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ДАННЫХ .....	230
E.N. Pak, A.V. Oganyan INFORMATION SYSTEM "PORTFOLIO OF AN EDUCATION WORKER" ON THE BASIS OF THE TEMPORAL DATA MODEL .....	233
К.А. Тен БЫСТРАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ НАНОАЛМАЗОВ ПРИ ДЕТОНАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ .....	234
K.A. Ten FAST DYNAMIC REGISTRATION OF FORMATION NANODIAMONDS AT DETONATION OF ENERGETIC MATERIALS .....	239
В.К. Хе, В.И. Иванов КИНЕТИКА СВЕТОИНДУЦИРОВАННОГО ОСАЖДЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ В ЖИДКОСТИ .....	240
V.K. Khe, V.I. Ivanov KINETICS OF LIGHT-INDUCED SEDIMENTATION OF NANOPARTICLES IN LIQUID .....	244
Л.Б. Хегай, К.Н. Нарчуганов ОБЛАЧНЫЙ ПОРТАЛ-КОНСТРУКТОР ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРТНЫХ ПРОЦЕДУР ОЦЕНИВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ .....	244
L.B. Khegay, K.N. Narchuganov CLOUD PORTAL-DESIGNER FOR CONDUCTING EXPERT PROCEDURES FOR ASSESSING EDUCATIONAL RESOURCES .....	249
С.Г. Юн, Т.А. Волкова ПРОГРАММЕ ДЛЯ УНИВЕРСИТЕТОВ РОССИИ «IOT АКАДЕМИЯ SAMSUNG» 1 ГОД .....	250

---

S.G. Yun, T.A. Volkova 1 YEAR OF «SAMSUNG IOT ACADEMY» STUDY PROGRAM FOR RUSSIAN UNIVERSITIES .....	255
<b>ИНЖЕНЕРНЫЕ НАУКИ, НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И НАУКИ О ЗЕМЛЕ (секция С).....</b>	<b>257</b>
<b>ENGINEERING SCIENCES, NEW MATERIALS AND EARTH SCIENCES (workshop C).....</b>	<b>257</b>
S.Y. Kim, A.Y. Kim, H.J. Kim, M.H. Lee SUPER-HIGH STRENGTH NANOSTRUCTURED AL-BASED ALLOYS BY IN-SITU CRYSTALLIZATION OF RAPIDLY QUENCHED AMORPHOUS PRECURSORS .....	257
Kim Weon Woong, С.Ю. Билык, В.А. Ким, И.С. Сазонов, Е.И. Марукович ВЫБОР КИНЕМАТИКОЙ СХЕМЫ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА И ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОПЕРЕЧНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ОСТОВА КРУТОСКЛОННОГО ТРАКТОРА.....	260
Kim Weon Woong, V. Kim, S. Bilyk, I. Sazonov, E. Maroukovitch ACTUATING MECHANISM AND INITIAL DATA SOURCE OF THE ALGORITHM OF AUTOMATIC VERTICAL ROLL STABILIZATION SYSTEM OF HILLSIDE TRACTOR FRAMEWORK.....	265
А.Л. Верещагин УСЛОВИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ВЗРЫВА ДЕТОНАЦИОННЫХ НАНОАЛМАЗОВ.....	266
A.L. Vereshchagin CONDITIONS OF PHYSICAL EXPLOSION OF DETONATION NANOALYLAMES.....	269
Е.Д. Ким, В.В. Гостищев, Э.Х. Ри ПОЛУЧЕНИЕ ЛИГАТУРЫ ИЗ ШЕЕЛИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА.....	270
E.D. Kim, V.V. Gostishchev, E.H. Ri OBTAINING THE LIGATURE FROM THE SHELIT CONCENTRATE.....	275
Е.И. Марукович, В.Ю. Стеценко ПРИМЕНЕНИЕ НАСЛЕДСТВЕННОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ЛИТЬЯ СИЛУМИНА .....	276
E.I. Marukovich, V.Y. Stetsenko APPLICATION OF HEREDITARY MODIFYING FOR THE SOLUTION OF PROBLEMS OF CASTING OF SILUMINS.....	281
Е.И. Марукович, В.А. Харьков НЕПРЕРЫВНОЕ ЛИТЬЕ ВВЕРХ ЗАГОТОВОК ИЗ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ СПЛАВОВ.....	282
E.I. Marukovich, V.A. Kharckov CONTINUOUS CASTING UPWARD OF COPPER-NICKEL ALLOYS .....	286
П.В. Машкин, С.В. Волков, В.М. Ольшанский, Вэй Сюэ, Ю.А. Ким ПРИМЕНЕНИЕ БИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ В СИСТЕМЕ "ON LINE" БИОМОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ВОДЫ МОРЕЙ И ПРЭСНОВОДНЫХ ВОДОЕМОВ.....	287
P.V. Mashkin, S.V. Volkov, V.M. Olshanskiy, Xue Wei, Y.A. Kim APPLICATION OF BIOELECTRONIC DEVICES FOR "ON LINE" BIOMONITORING WATER QUALITY OF SEAS AND RIVERS.....	292
А.Э. Ни СОПРЯЖЕННЫЙ ТЕПЛОПЕРЕНОС В ПОЛОСТЯХ С ЛОКАЛЬНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЛУЧИСТОГО НАГРЕВА .....	293
A.E. Nee CONJUGATE HEAT TRANSFER IN A CAVITY WITH A LOCAL RADIANT HEATER .....	296
К.А. Нурбагуров, А.А. Кулибаев, И. Де СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ В ДИСПЕРСНЫХ ЦЕМЕНТНЫХ СИСТЕМАХ .....	297

---

Nurbaturov K., Kulibaev A., Dyo I. STRUCTURIZATION IN DISPERSE CEMENT SYSTEMS.....	301
Ри Хосен, К.П. Ерёмина ПОКРЫТИЯ АЛЮМИНИДАМИ НИКЕЛЯ НА СТАЛИ 30.....	303
Ri Khosen, K.P. Eremina COATINGS OF NICKEL ALUMINIDE ON STEEL 30.....	308
М.Д. Тен К ВОПРОСУ О РЕПАТРИАЦИИ КОРЕЙЦЕВ СНГ НА ИСТОРИЧЕСКУЮ РОДИНУ: СОЦИАЛЬНО-ФИЛОСОФСКИЙ АНАЛИЗ.....	310
M.D. Ten THE ISSUE OF CIS KOREANS' REPATRIATION TO THE HISTORICAL HOMELAND: SOCIO-PHILOSOPHICAL ANALYSIS.....	315
Э.Б. Тен АНАЛИЗ ЛИТЕЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОЧИХ ОРГАНОВ ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНЫХ НЕФТЯНЫХ НАСОСОВ.....	316
E.B. Ten ANALYSIS OF CASTING TECHNOLOGIES FOR PRODUCING OF WORKING DEVICES OF ELECTRO-CENTRIFUGAL OILING PUMPS.....	320
З. Тюгай, Е.Ю. Милановский, Г.С. Быкова СОСТАВ И СВОЙСТВА ТВЕРДОЙ ФАЗЫ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО МОЩНОГО СТРЕЛЕЦКОЙ СТЕПИ.....	323
Z. Tugai, E.U. Milanovskiy, G.S. Bykova THE COMPOSITION AND PROPERTIES OF THE SOLID PHASE OF STRELETSKAYA STEPPE TYPICAL CHERNOZEM.....	327
К.Ю. Хан, Б.К. Сон, И.В. Хан, З. Тюгай ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ДИНАМИКИ ЖИДКОЙ ВОДЫ В ФОРМИРОВАНИИ СЦЕПЛЕНИЯ В АГРЕГАТАХ ПОЧВ.....	328
K.Y. Khan, B.K. Son, I.V. Khan, Z. Tugay THE STUDY OF STRUCTURE AND DYNAMICS OF LIQUID WATER IN FORMATION OF ADHESION IN SOIL AGGREGATES.....	335
А.Д. Хван, Д.В. Хван, В.И. Самсонова УПРОЧНЕНИЕ ТОНКОСТЕННЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СТОЕК.....	336
A.D. Khvan, D.V. Khvan, V.I. Samsonova STRENGTHENING THIN-WALLED CYLINDRICAL RACKS PLASTIC DEFORMATION.....	339
П.А. Цой, О.М. Усольцева ПОСТРОЕНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ РЕГРЕССИОННЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЛАНЦЕВЫХ ГОРНЫХ ПОРОД ОТ УРОВНЯ БОКОВОГО ОБЖАТИЯ И УГЛА НАСЛОЕНИЯ.....	340
P.A. Tsoi, O.M. Usol'tseva CONSTRUCTION OF NON-LINEAR REGRESSION DEPENDENCIES OF MECHANICAL CHARACTERISTICS OF SHIST ROCKS ON THE LATERAL PRESSURE AND ANISOTROPIC ANGLE.....	344
Г.Ч. Чо, О.В. Ноговицына СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАЦИИ В РОССИИ.....	345
G.C. Cho, O.V. Nogovitsyna CURRENT STATUS OF ELECTRICAL GENERATION IN RUSSIA.....	350
АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ.....	352
INDEX.....	353

**Уважаемые участники XVIII-й Международной  
конференции по науке и технологиям  
«Россия-Корея-СНГ 2018» !**

Приветствую Вас, участников XVIII-й Международной конференции по науке и технологиям «Россия-Корея-СНГ 2018», которая проводится Научно-техническими обществами корейцев России «АНТОК», Казахстана «КАХАК» и Узбекистана «ТИНБО» в столице России Москве под девизом “*SCIENCE. FRIENDSHIP. COLLABORATION*”.



Организаторами нынешней XVIII-й конференции являются Корейская федерация научно-технологических обществ (Республика Корея) и Общероссийское объединение корейцев. В проведении конференции также участвуют Корейско-Российский центр сотрудничества по науке и технологиям (KORUSTEC), Samsung.

Мы ожидаем участие в конференции именитых ученых, известных специалистов и активных молодых исследователей не только из России, Республики Корея, Казахстана и Узбекистана, но также из Белоруссии и ряда стран западной Европы.

В конференции в рамках пленарных и секционных заседаний будут рассматриваться результаты последних исследований по широкому спектру современных направлений науки и технологии. Кроме того, предусмотрены семинары, круглые столы и молодежный мастер-класс.

Планируется также интересная культурная программа.

Желаю всем успешной работы!

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ten Edis Borisovich'.

ТЕН Эдис Борисович  
Президент НТО «АНТОК»,

## ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЧИКИ

**Gill W. Suh, Ph.D.**

gwsuh@korustec.or.kr  
+7 495-783-7120

### **Summary**

- International R&D and Program Coordinator / Project Portfolio Manager
- Registered US Patent Agent (#71,559)
- Metallurgical Engineer, Ph.D. – chemical and mechanical processing of metals and alloys
- Excellent communications and language skills: Native English and Korean, fluent in Russian

### **Experience**

#### **Director**

**Korea-Russia Science and Technology Cooperation Center, Moscow, Russia**

(www.korustec.or.kr) Mar. 2018 – Current

- Manage a staff of 12
- Oversee the implementation of bilateral Korea-Russia S&T government programs in Russia

#### **Owner and Patent Agent**

**GW Suh Patent Services, Maple Valley WA** (www.gwsuhpatents.com)

Sep. 2014 – Feb. 2018

- Intellectual property rights consulting. Preparation and prosecution of provisional and non-provisional utility patent applications, design applications and PCT applications; Patent searching and patentability analyses; Korean-English pair patent translations.

#### **Patent Agent**

**Cloutier Ortega, Seattle WA** (www.cotechlaw.com)

July 2016 – July 2017

- Intellectual property rights consulting. Preparation and prosecution of provisional and non-provisional utility patent applications, design applications and PCT applications.

#### **Patent Analyst**

**Global Patent Solutions LLC, Scottsdale AZ** (www.globalpatentsolutions.com)

Sep. 2013 – Jun. 2014

- Performed patent searching and patentability analyses. Examined PCT applications (under contract with USPTO).

---

**General Manager/Executive Consultant**

**Econet Inc., Seattle WA** ([www.newunivera.com](http://www.newunivera.com))

Sep. 2011 – Sep. 2012

- Formulated new directions of research on new natural compound derivatives and delivery mechanisms. Located and organized teams in Russia for contract research.

**Senior Project Manager/ Program Coordinator**

**International Science and Technology Center (ISTC), Moscow, Russia**

([www.istc.int](http://www.istc.int)) Jul. 1999 – Feb. 2011

- Exercised financial oversight over program/projects managed.
- Worked in close coordination with main stakeholders and key administrative offices to facilitate meeting milestones and achieving research objectives on-time and in-budget.
- Provided consultations on intellectual property rights and technology commercialization to individual project managers.
- Managed and coordinated US Air Force (AFOSR) contract research program and project portfolio in Russia worth \$12 million and DoE contract research project portfolio in Russia worth \$5.9 million
- Managed at least 30 project managers at any given time during tenure.

**Director of Moscow Branch Office**

**Korea Institute of Science and Technology Evaluation and Planning (KISTEP) and Science and Technology Policy Institute (STEPI), Moscow, Russia**

([www.korustec.or.kr](http://www.korustec.or.kr)) Nov. 1994 – Jun. 1999

- Managed a staff of 5~8.
- Oversaw the implementation of bilateral Korea-Russia S&T government programs in Russia.
- Authored and co-authored numerous reports and publications regarding the Russian science and technology innovation system and science collaboration matters.

**Senior Research Scientist**

**Korea Institute of Science and Technology, Seoul, Korea** ([www.kist.re.kr](http://www.kist.re.kr))

Jan. – Nov. 1994

- Participated in the development and construction of a pilot-scale investment casting process (lost wax method) for Ni-super alloys and conducted research and materials characterization of manufactured turbine blades for HHI (Hyundai Heavy Industry).

**Education and Training**

**Patent Resources Group** ([www.patentresources.com](http://www.patentresources.com))

- Winning Patents Drafting Workshop
- Patent Bar Review Course

---

**WIPO Academy** (www.wipo.int/academy/en)

- Advanced Course on Patents (DL-301E)
- Biotechnology and Intellectual Property (DL-204E)
- Electronic Commerce and Intellectual Property (DL-202E)
- General Course on Intellectual Property (DL-101E)

**Moscow State University** (www.mgu-russian.com)

- Russian Language Course (Course Certificate)

**Korea University** (www.korea.ac.kr)

- Ph.D., Metallurgical Engineering
- “Study on the Potential-pO<sup>2</sup> Equilibria of Rare Earth Metals (La, Ce, Y and Eu) in Molten KCl-LiCl Eutectic”
  - Master of Metallurgical Engineering
  - “Study on the Phase Diagram of the System Cryolite-Lead Oxide by Differential Thermal Analysis”
  - Bachelor of Metallurgical Engineering

### **Major Publications**

- **Materials Technologies in Russia**

STEPI Report 98-13 / Science and Technology Policy Institute, Jul. 1998. Authors: **Gill Won Suh**, Dmitry Lisitsyn, Pavel Potapov, Kwan-Jae Woo, Siyoun Song, Kook Lee, Sanghyon Lim

- **Priorities for Science and Technology in Russia and Korea, A Comparative Study**

ISBN 5760200380 / Science and Technology Policy Institute (STEPI), June 1997. Authors: Jang-Jae Lee, **Gill Won Suh**, In-Chol Chung, Hyun Woo Shim, Leonid Gokhberg, Alexander Sokolov, Natalia Gorodnikova

- **In total 30 publications**

---

## KORUSTEC – A WINDOW FOR COLLABORATION WITH KOREA

G.W. Suh

*KORUSTEC (Korea-Russia Science and Technology Cooperation Center), Moscow, Russia  
gwsuh@korustec.or.kr*

KORUSTEC was established in Moscow in the early 1990s in accordance with the agreement of the Korea-Russia Joint Science and Technology Commission, and has been active ever since as a *window* for science and technology exchange between the two countries. In 2007, KORUSTEC expanded by consolidating six existing joint research centers. It has been playing a pivotal role in science and technology cooperation between Korea and Russia since its beginning.

KORUSTEC has wide outreach in Korea. It distributes the latest Russian science and technology news to the Korean public through the ‘Daily Russian S&T Trends’ and seasonal newsletters. It also promotes the exchange of human resources between Korea and Russia (and/or CIS) through *programs* such as *networking between experts* and *exchange of new researchers* etc. Recently, KORUSTEC is increasingly focusing on *Technology innovation* and *cooperation among start-ups* in the areas of ICT, artificial intelligence, internet of things, block chain, and robotics, which are technologies that are becoming the backbone of the fourth industrial revolution.

KORUSTEC has over 20 years of experience and a network of highly qualified specialists in both Korea and Russia.

### BIOGRAPHY

I work in the field of *science and technology administration* and *US patent prosecution* focusing on *science and technology collaboration and utility and design patents*. I am with *KORUSTEC (Korea-Russia Science and Technology Center)* since *March 2018*. My position is *Director* of *KORUSTEC*. I received my *Ph.D.* degree in *Korea University, Seoul, Korea* in *1992*.

My research interests include:

*Materials science, materials processing technologies, composite materials, nanomaterials, superalloys, rare-earth metals, molten salt chemistry etc.*

---

**Dr. Rho, Jae-Jeung**

jjrho@kaist.ac.kr  
82-42-350-6844



**Professor of  
Collage of Business, Korea Advanced Institute of Science and  
Technology(KAIST)**

**Director of Global IT Technology Program at KAIST**

**Director of Next African IT Leader Program at KAIST**

Dr. Rho received his Ph.D. in Industrial Engineering from the University of Houston.

Dr. Rho has been running the Global IT Technology Graduate Program sponsored by Korean government for 13 years.

Additionally since 2010, he has been running consignment ICT graduate program from the African Development Bank in recognition of its excellence of global ICT education.

The Global IT Technology Graduate Program selects the students among ICT government officials, researchers of national research institutes and national universities from all over the world and educates them as masters and doctorates. In 13 years, 188 masters and doctorates from 69 countries have been graduated from this program.

The Global IT Technology Graduate Program provides education of advanced technologies and business strategies of Korea, builds a global ICT network, and develops global collaborations among countries.

Now the 188 graduates of the Global IT Technology graduate program have formed a global human network (GII Network) and are leading various global collaboration projects.

---

**BE A GLOBAL ICT LEADER  
WITH KOREAN GOVERNMENT SCHOLARSHIP**

**JaeJeung Rho<sup>1</sup>, SeHyun Lee<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Korean Advanced Institute of Science and Technology, Daejeon, Korea, jrho111@kaist.ac.kr*

<sup>2</sup>*Korean Advanced Institute of Science and Technology, Daejeon, Korea,  
sharon8154@kaist.ac.kr*

1. Introduction of Korean government scholarship program

1) About KAIST(Korea Advanced Institute of Science and Technology)

– KAIST was established in 1971 to model a research focused university by Korean government.

– KAIST was ranked 6<sup>th</sup> place in ‘The World’s Most Innovative Universities in 2016’ by THOMSON REUTERS

2) About ITTP (Global ICT Technology Program) at KAIST

– ITTP, sponsored by the Korean Ministry of Science and ICT, offered a customized master’s and doctoral degree program for government officials, employees of public institutions or senior-level researchers at national research centers working in IT field of worldwide nations. ITTP is the only independent program worldwide for ICT sector officials. ITTP is focusing on e-government and ICT technology transfer(technology commercialization-such as smart city, smart farm and smart village).

2. Objectives and Benefits

1) Cultivate global ICT Leader by offering and administrating customized IT professional education program to IT-related government officials and IT experts from the newly rising IT –Developing countries.

2) Establish basis for cooperation with from the newly rising IT-developing countries by constructing human network with their IT experts and officials.

3) Establish basis for continuous development of IT industry, which is the next generation growth industry.

3. Contents and Scope of Program

1) Select and educate 15-25 IT experts and officials from the newly rising IT-developing countries each year and grant Master, Ph. D. degrees on IT Technology engineering or IT Technology management.

2) Support tuition fees. Airfare, living expenses, language program(including Korean. English)fee, medical insurance premiums, and etc. for two years for the Master’s program participants and three years for the Doctoral program participants.

3) Provide necessary support and teaching assistants to all participants for establishing personal research environment and educational research infrastructure. Also, provide a special program to increase their intimacy with Korea.

4) GII Network : ITTP provides a human network platform in which ITTP graduates and ICT companies participate.

- 
- 5) Scope of the program(13<sup>th</sup> year)
- Establish research and education system considering a variety of the background and needs of the student.
  - Expand and achieve international cooperation between ITTP fellows and the domestic industries by practical use of educated students.
  - Establish consistent network with alumni through holding the international forum/conference and revitalizing the portal for ITTP.
  - Extend scholarship program supported by foreign governments and International organization.

#### **BIOGRAPHY**

I work in the field of ICT focusing on the processes in development supply chain management. I'm with Director of ITTP(Global IT Technology Graduate Program) since 2006. My position is professor of School of Business at KAIST(Korean Advanced Institute of Science and Technology). I received my Ph.D degree in University of Houston, Department of Industrial Engineering, Houston, USA in 1994.

---

**Deok Soon Yim, Ph.D.**

82-10-6515-0549  
yimdeoks@gmail.com  
yimdeoks@stepi.re.kr

**Senior Research Fellow**

**Science and Technology Policy Institute**

As the researcher and practitioner on science and technology policy, Dr. Yim has conducted many research projects, run science and technology parks and provided consulting services to the government. His special interest ranges from the subject of science and technology parks, regional innovation cluster and globalization of R&D. He has published more than thirty research reports and papers on technology management and technology policy both domestically and internationally.



Currently, he is supporting the development of Science, Technology and Innovation of developing countries in Science and Technology Policy Institute. He also has experience of running private consulting firm (international Innopolis research center) and served as the president of International Society for Innovation Cluster. He has made new terminology “Innovation Cluster” first in the world and consulted Korean government for new initiative for Daedeok Science Town, which later expanded to become Daedeok Innopolis ([www.ddinnopols.or.kr](http://www.ddinnopols.or.kr)) of today. He has wide experience on both international and regional development of industry and technology and has organized many international conferences and established global expert network.

Working experiences includes many research institutes: Science and Technology Policy Institute ([www.stepi.re.kr](http://www.stepi.re.kr)), Gyeonggi Institute of Science and Technology Promotion of Gyeonggi Province ([www.gstep.re.kr](http://www.gstep.re.kr)), CEWIT Korea ([www.cewit.re.kr](http://www.cewit.re.kr)). Both as the researcher and practitioner, he consulted not only Korean government but many developing countries with international agency like KOICA, GIZ, UNESCO and UNESCAP.

**БИОТЕХНОЛОГИИ, ХИМИЯ  
И ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ (секция А)  
BIOTECHNOLOGY, CHEMISTRY AND SOCIAL SCIENCES  
(workshop А)**

**СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ МУКОАДГЕЗИВНЫХ  
И БИОДЕГРАДИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ГЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ  
ПЕНТАЭРИТРИТОЛ ТЕТРААКРИЛАТА (ПЭТА)  
И ПЕНТАЭРИТРИТОЛ ТЕТРАКИС(3-МЕРКАПТОПРОПИОНАТА) (ПЭМА)**

**А.Е. Азимханова, Д.С. Казыбаева, Ю. Лигай, Ж.А. Нурпеисова,  
Г.С. Ирмухаметова**

*Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан,  
diara\_92@mail.ru*

**Введение**

Использование полимерных материалов в медицинских устройствах и фармацевтических добавках в последние годы становится все более популярным. Гидрогели стали очень популярными благодаря своим уникальным свойствам, таким как высокое содержание воды, мягкость, гибкость и биосовместимость [1]. В настоящее время изготовление контактных линз, средств гигиены, тканевых «строительных лесов», систем доставки лекарств и перевязочных материалов для ран тесно связано с гидрогелями.

В этой работе синтезированы гидрогели на основе пентаэритритол тетраакрилата (ПЭТА) и пентаэритритол тетракис(3-меркаптопропионата) (ПЭМП) в присутствии диметилформамида в разных соотношениях и концентрациях исходной смеси мономеров.

**Экспериментальная часть**

*Материалы.* Пентаэритритол тетраакрилат (“Sigma Aldrich”, США), пентаэритритол тетракис(3-меркаптопропионат) (“Sigma Aldrich”, США), N,N-диметилформамид (ДМФА) (АО “ЭКОС-1”, Москва), диметилсульфоксид (ДМСО) (“AppliChem”, Германия), L-глутатион безводный (“Sigma Aldrich”, США) были использованы без предварительной очистки.

Этанол, дистиллированная вода,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{HCl}$  также использовались без предварительной очистки.

*Синтез гелей.* Синтез гидрогелей выполнялся при комнатной температуре в течение 3 часов. Были синтезированы сополимерные гидрогели с различным соотношением ПЭТА и ПЭМП в исходной мономерной смеси, а именно 1:1, 1:1,5 и 1:2. Синтези-

рованные гели промывались в этаноле в течение одного дня, затем несколько дней в дистиллированной воде (около 15 смен воды). Промытые гидрогели были высушены до постоянной массы в лиофильном сушильном шкафу.

*Определение степени набухания.* Степень набухания полученных гелей была изучена с помощью гравиметрического анализа. Первые семь часов гели взвешивались каждые 30 минут, далее в течение трех суток каждые 24 часа. Степень набухания была рассчитана по формуле:

$$\alpha = \frac{m_1 - m_0}{m_0} 100\% ,$$

где  $\alpha$  – степень набухания, %;  $m_1$  – масса равновесно набухшего гидрогеля, г;  $m_0$  – начальная масса геля, г.

Для определения массы гелей использовались аналитические весы ISO 9001 (Sartorius, Германия).

*ИК-спектроскопия.* Химический анализ сухих образцов проводился с помощью ИК-спектрометра с Фурье преобразованием в области 4000-400 см<sup>-1</sup>.

*Исследование биоразлагаемости гелей в растворе L-глутатиона.* Разложение гелей изучалось с помощью гравиметрии. Для этого предварительно взвешенные гели массой 1,1-1,2 г были помещены в раствор L-глутатиона с концентрацией 5 ммоль/л и взвешивались в течение 10 суток каждые 24 часа. В качестве сравнительного эксперимента была рассмотрена кинетика набухания в воде. Степень деструкции (СД) была рассчитана по следующей формуле:

$$СД = \frac{m_2}{m_1} ,$$

где  $m_2$  – масса набухшего геля, г;  $m_1$  – начальная масса геля, г.

*Исследование мукоадгезивных свойств.* Для изучения мукоадгезии полученных гелей был применен метод «Вращающаяся корзинка». Образцы геля помещали на слизистую свежей свиной щеки, которая была прикреплена к вращающемуся стеклянному диску (скорость вращения 59 об/мин). Диск помещался в раствор искусственной слюны с температурой 36,5°C и рН 6,5-6,8. Раствор искусственной слюны был приготовлен по методике [2]. Время, необходимое для полного растворения образца или отделения от слизистой оболочки, фиксировалось визуально. Было проведено несколько параллельных опытов.

## Результаты и обсуждение

Была исследована набухающая способность полученных полимерных материалов в воде, спирте и диметилсульфоксиде, а также деградация в L-глутатионе. С этой целью гели были высушены до постоянного веса в лиофильном сушильном шкафу. Результаты приведены на рис. 1.

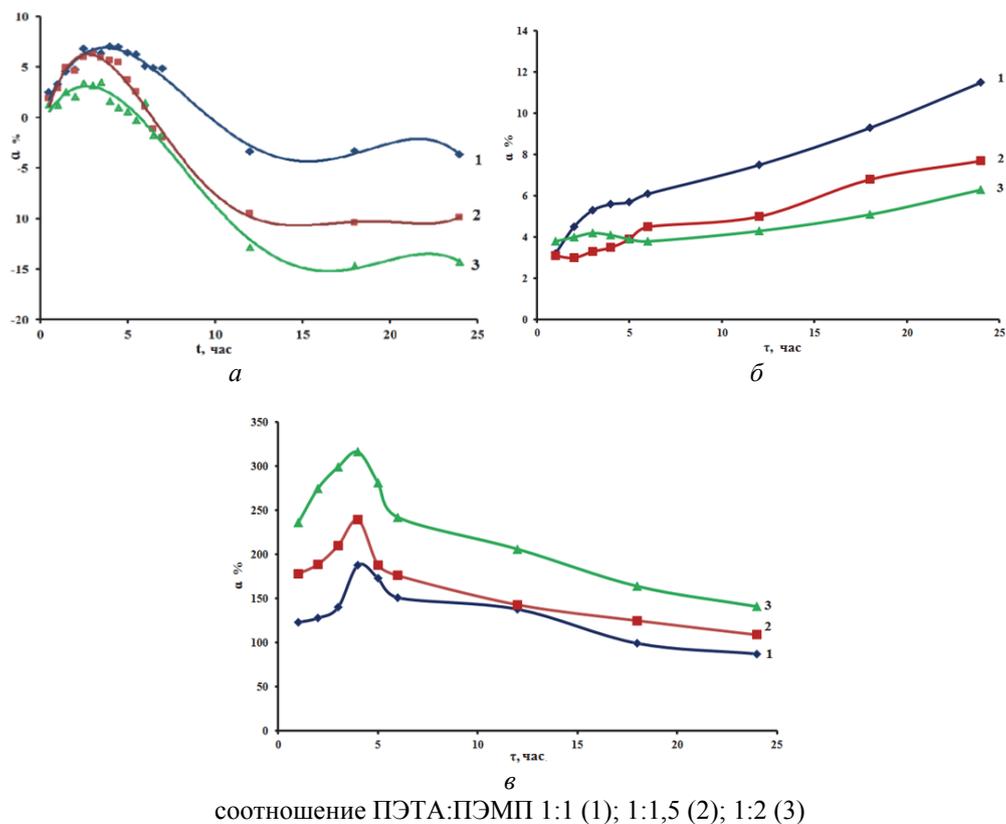


Рис. 1. Зависимость степени набухания гелей ПЭТА-ПЭМП от времени:

*a* – в воде; *б* – в спирте; *в* – диметилсульфоксиде

Первые семь часов гели набухали, через некоторое время степень набухания начала уменьшаться. Степень набухания в спирте начала увеличиваться с первых дней. Степень набухания гелей ПЭТА-ПЭМП в диметилсульфоксиде достигла высокого значения за 4 часа, а затем гель начал разлагаться. Это можно объяснить высокой полярностью растворителя. Увеличение количества ПЭТА в исходной мономерной смеси приводит к уменьшению степени набухания. Кроме того, увеличение содержания тиольных групп приводит к увеличению гидрофобности.

Наличие функциональных групп было изучено с использованием FTIR-спектроскопии (рис. 2). Анализ подтвердил, что гидрогели содержат тиольные группы. Колебания тиольных групп были обнаружены при  $2961\text{ см}^{-1}$ ,  $2928\text{ см}^{-1}$ ,  $1472\text{ см}^{-1}$ .

Изучены мукоадгезивные свойства полученного геля на основе мономеров ПЭТА-ПЭМП на слизистой свиной щеки. Было установлено, что они могут сохраняться на щеке в течение некоторого времени, что означает подтверждение мукоадгезивных свойств (рис. 3). На слизистой оболочке свиной щеки гель ПЭТА-ПЭМП в соотноше-

нии 1:1 удерживался 8 часов, гели ПЭТА-ПЭМП в соотношениях 1:1,5 и 1:2 удерживались 21 и 39 часов соответственно. Увеличение времени удерживания гелей объясняется увеличением количества тиольных групп, которые способствуют мукоадгезии.

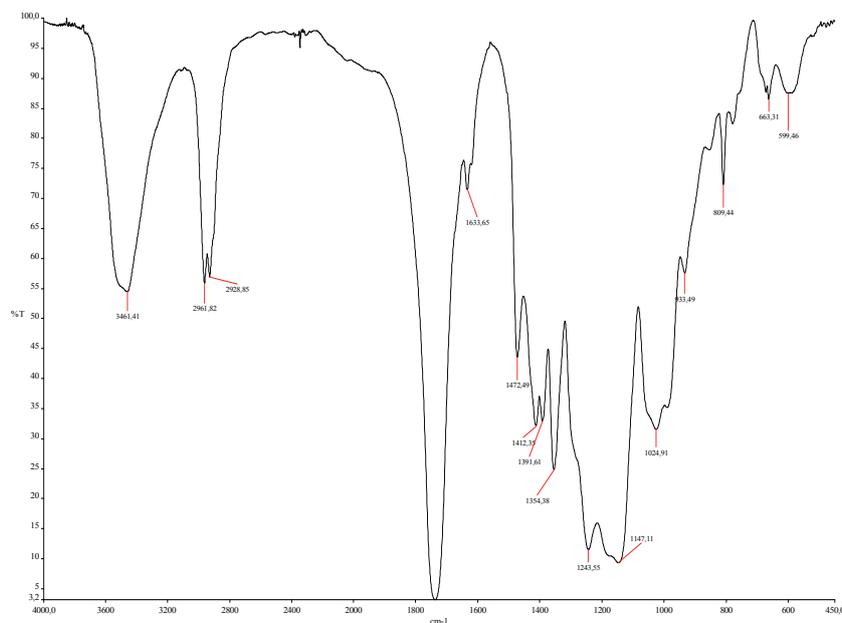


Рис. 2. ИК-спектр геля на основе ПЭТА и ПЭМП в соотношении 1:2

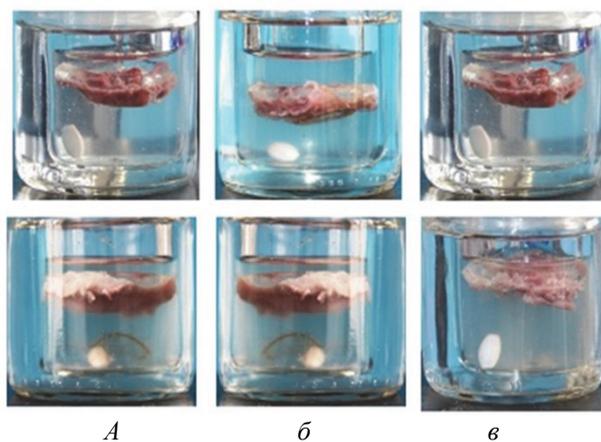


Рис. 3. Рисунок, поясняющий мукоадгезивные свойства гелей на основе ПЭТА и ПЭМП в соотношениях 1:1; 1:1,5; 1:2:  
 а – ПЭТА-ПЭМП 1:1; б – ПЭТА-ПЭМП 1:1,5; в – ПЭТА-ПЭМП 1:2

Помимо мукоадгезивных свойств было установлено, что полученные материалы обладают биоразлагаемостью в глутатионе. Результаты представлены на рис. 4.

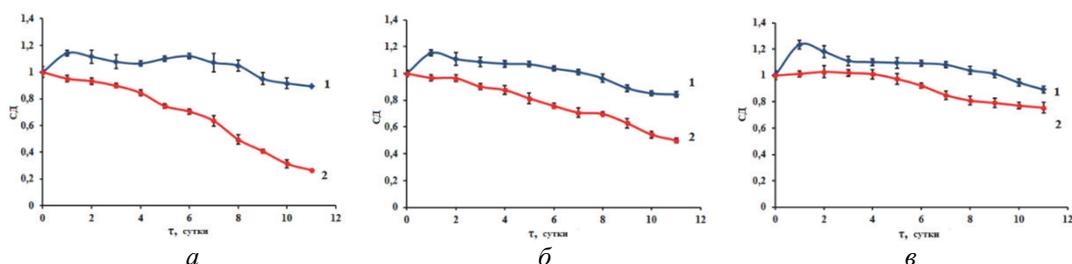


Рис. 4. Зависимость степени деградации гелей ПЭТА-ПЭМП в соотношениях 1:1 (а), 1:1,5 (б), 1:2 (в) от времени:  
1 – в воде; 2 – в L-глутатионе

Значения степени деструкции для гелей ПЭТА-ПЭМП в соотношении 1:1 расположились в интервале 1,0-0,27, для соотношения 1:1,5 – в интервале 1,0-0,5, в соотношении 1:2 в интервале – 1,0-0,75. Разложение гелей в растворе L-глутатиона вызвано антиоксидантным действием глутатиона, которое вызывает разрушение дисульфидных связей между димерами ПЭТА.

### Заключение

Данные, представленные выше, свидетельствуют о том, что гидрогели на основе ПЭТА и ПЭМП могут использоваться в качестве биомедицинских материалов для доставки лекарств. Описанные мукоадгезивные свойства и биоразлагаемость синтезированных гелей на основе ПЭТА и ПЭМП расширяют возможности их применения.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Enrica Caló, Vitaliy V. Khutoryanskiy. Biomedical applications of hydrogels: A review of patents and commercial products// European Polymer Journal. – 2015. Vol. 65. P. 252–267.
2. Mariano N.A.; Oliveira R.G.; Fernandes M.A.; Rigo, E.C.S. Corrosion behavior of pure titanium in artificial saliva solution // Revista Matéria. – 2009. – Vol. 14, № 2. – P. 878–880.

### БИОГРАФИЯ

Я, Казыбаева Диара Сериковна, работаю в области химии и специализируюсь на химии полимеров. Я являюсь PhD докторантом в Казахском Национальном Университете имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан. Получила степень магистра естественных наук с 2016 года. Область моих научных интересов включает синтез полимерных материалов, композиционные гидрогелевые материалы и полимерные системы доставки лекарственных веществ.

**SYNTHESIS AND STUDY OF MUCOADHESIVE AND BIODEGRADABLE  
PROPERTIES OF PENTAERYTHRITOL TETRAACRYLATE (PETA)  
AND PENTAERYTHRITOL TETRAKIS(3-MERCAPTOPROPIONATE) (PEMP)  
BASED GELS**

**A.E. Azimkhanova, D.S. Kazybayeva, Yu. Ligai, Zh.A. Nurpeisova,  
G.S. Irmukhametova**

*al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,  
diara\_92@mail.ru*

The use of polymeric materials in medical devices and pharmaceutical additives has become increasingly popular in recent years. Hydrogels have become very popular due to their unique properties such as high water content, softness, flexibility and biocompatibility [1]. At the present time, manufacturing of contact lenses, hygiene products, tissue engineering scaffolds, drug delivery systems and wound dressings is closely connected with hydrogels.

In this work hydrogels based on pentaerythritol tetraacrylate (PETA) and pentaerythritol tetrakis(3-mercaptopropionate) (PEMP) in the presence of dimethylformamide were synthesized in different ratios and concentrations of initial monomer mixture.

Structure of obtained hydrogels was studied using FTIR-spectroscopy and optical microscopy. Analysis confirmed that hydrogels contain thiol groups. Vibrations of thiol groups were detected at  $2961\text{ cm}^{-1}$ ,  $2928\text{ cm}^{-1}$ ,  $1472\text{ cm}^{-1}$ .

Swelling properties of obtained polymer materials in water, alcohol and dimethylsulfoxide were investigated, as well as solubility in L-glutathione. In order to do this, they were dried to constant weight in freeze drying. The first seven hours there was swelling, after a while the swelling degree began to decrease. In alcohol swelling degree started to increase from the first days. Swelling degree of PETA-PEMP gels in dimethylsulfoxide got to the high meaning in 4 hours and then started to degrade. It can be explained by high polarity of the solvent. Increasing of PETA amount in initial monomer mixture results in decreasing of swelling degree. Besides increasing thiol group content results in hydrophobicity increasing.

Mucoadhesive properties in porcine mucosa of the obtained gel based on PETA-PEMP monomers were studied. The analysis was carried out in a saliva solution at  $37^{\circ}\text{C}$ . It was determined that they can retain on the pork cheek for some time, which means the confirmation of mucoadhesive properties.

In addition to mucoadhesive properties, it was determined that obtained materials had a biodegradability in glutathione. In order to study this property synthesized gels were placed in solutions of 5 mM glutathione and 20 ml distilled water. Gel degradation was observed for 11 days every 24 hour. There was no swelling in glutathione solution, on the contrary polymer samples started to degrade straight from the first day. This phenomenon is caused by glutathione's antioxidant property that breaks disulphide bonds between PETA dimers.

Due to the data presented above, it can be concluded that hydrogels based on PETA and PEMP can be used as biomedical materials for drug delivery. Described mucoadhesive and

biodegradability properties of synthesized PETA-PEMP gels broaden their application possibilities.

#### REFERENCES

1. Enrica Caló, Vitaliy V. Khutoryanskiy. Biomedical applications of hydrogels: A review of patents and commercial products// European Polymer Journal. – 2015. Vol. 65. P. 252-267.
2. Mariano N.A.; Oliveira R.G.; Fernandes M.A.; Rigo, E.C.S. Corrosion behavior of pure titanium in artificial saliva solution // Revista Matéria. – 2009. – Vol. 14, № 2. – P. 878–880.

#### BIOGRAPHY

I work in the field of chemistry focusing on the processes in polymer chemistry. I'm with al-Farabi Kazakh National University since 2010. My position is PhD student of department chemistry and technology of organic matters, natural compounds and polymers. I received my master degree in al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan in 2016. My research interests include synthesis of polymer materials, composite hydrogel materials, polymer drug delivery systems.

### ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА РОТАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ. ОБОСНОВАНИЕ ВАКЦИНОПРОФИЛАКТИКИ С ПРОГНОЗОМ РАЗВИТИЯ ЭПИДЕМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Р.Н. Ан<sup>1</sup>, А.А. Мартынова<sup>2</sup>, С.С. Топорков<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Уральский государственный медицинский университет

<sup>2</sup>Центр гигиены и эпидемиологии, Екатеринбург, Россия

E-mail: vthay@mail.ru

#### Аннотация

В статье представлены результаты ретроспективной эпидемиологической диагностики ротавирусной инфекции (РВИ) среди населения г. Екатеринбург за 1996-2017 гг.

Выявлены основные характеристики развития эпидемического процесса (ЭП) ротавирусной инфекции на территории риска.

Дано эпидемиологическое обоснование необходимости плановой вакцинопрофилактики РВИ среди детей до 1 года, как основного направления оптимизации эпидемиологического надзора и инфекционного контроля с прогнозом развития ЭП в ближайшие годы.

#### Введение

Этиологическая расшифровка кишечных инфекций неясной этиологии современными методами исследований (ИФА, ПЦР и др.), проводимая в последние два десятилетия, определила роль и значимость ротавирусов в структуре патологии. В структуре

острых кишечных инфекций (ОКИ) вирусной этиологии во многих регионах мира, в т.ч. и в России, доминирует ротавирусная инфекция [2, 3, 4, 5].

Ротавирус поражает в основном детей раннего возраста (до 60%), вызывая у них тяжелую диарею, которая в 50% требует немедленной госпитализации [2, 3].

Экономический ущерб, наносимый РВИ в мире, достигает более 6,5 млрд. рублей в год. [2]

Повсеместное распространение РВИ с интенсификацией ЭП в ряде территорий РФ, в т.ч. и в Свердловской области, определяет необходимость совершенствования системы эпидемиологического надзора, принятия управленческих решений, основанных на эпидемиологической диагностике [1].

**Цель исследования** – эпидемиологическая диагностика ротавирусной инфекции. Обоснование вакцинопрофилактики с прогнозом развития эпидемического процесса инфекции.

#### **Материалы и методы исследования**

Материалом для исследования послужили данные официальной регистрации заболеваемости населения г. Екатеринбург ротавирусной инфекцией за 1996-2017 гг:

а) формы федерального государственного статистического наблюдения №001/у и № 002/у "Сведений об инфекционных и паразитарных заболеваниях";

б) результаты вирусологических исследований питьевой воды и сточных вод на колифаги, данные нестандартных проб молочных продуктов и количества аварий в системах холодного водоснабжения и канализования;

в) данные о рождаемости детей в г. Екатеринбурге за 2015-2017 гг.;

г) данные о среднемесячной температуре атмосферного воздуха в г. Екатеринбурге за 1996-2017 гг.

В работе использованы эпидемиологический и статистический методы исследования. Статистическая обработка материала проведена с помощью пакета программ Microsoftoffice 2013г. Графическая обработка выполнена с применением PowerPoint 2013г.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

В структуре ОКИ вирусной этиологии в Свердловской области за 1996 - 2017гг. почти половину совокупной заболеваемости (45,9%) ротавирусной инфекции определял г. Екатеринбург. Характер развития ЭП на протяжении 2-х десятилетий свидетельствует о том, что территория "хронически" неблагополучна по заболеваемости. Показатели инцидентности, постоянно, в среднем в 1,3 раза превышали среднеобластные, с выраженными подъемами в отдельные годы. В многолетней динамике выявлены три цикла продолжительностью 4-8 лет. При этом каждый последующий цикл характеризовался значительным ростом заболеваемости в 3 и 1,2 раза соответственно. В целом, заболеваемость за 22 года выросла в 17 раз ( $p < 0,001$ )

При изучении эпидемического процесса установлена тенденция неуклонного экспоненциального роста заболеваемости.

Ротавирус поражал в основном детей до 3-х лет неорганизованных в ДОО (75%). Показатели инцидентности в этой возрастной и социальной группе превышали таковые среди детей 3-6 и 7-14 лет в 4 и 29 раз соответственно.

Во внутригодовом распределении заболеваемости выявлена активизация эпидемического процесса в зимне-весеннее время, с пролонгированием сезонного неблагополучия до пяти месяцев – с января по май. На сезонный подъем приходилось до 63,8% годовой заболеваемости с фактической сезонной надбавкой равной 47,2%.

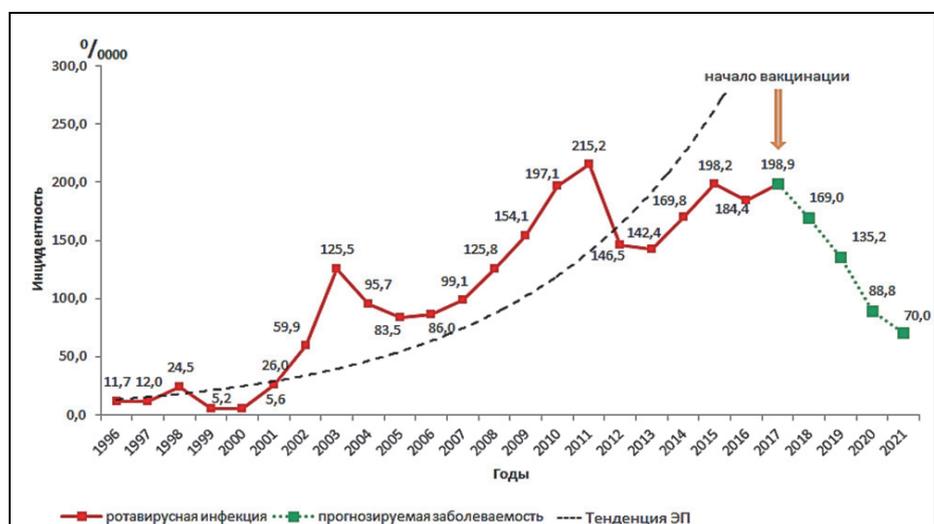
Установлено наличие отрицательной корреляционной связи между заболеваемостью и температурой воздуха ( $r = 0,7$ ). При температуре равной минус 20<sup>0</sup>С отмечалась активизация эпидемического процесса.

Изучение результатов вирусологических исследований питьевой воды и сточных вод на колифаги, данных нестандартных проб молочных продуктов и количества аварий в системах холодного водоснабжения и канализования позволили установить наличие средней степени корреляционной связи между заболеваемостью и частотой аварий в системах холодного водоснабжения. ( $r = 0,5$ )

Сложившаяся эпидемическая ситуация требует необходимости совершенствования системы эпидемиологического надзора за РВИ. Действенным и эффективным направлением управления ротавирусной инфекцией является вакцинопрофилактика [5].

При организации плановой вакцинопрофилактики детей до 1 года можно достичь «относительного эпидемического благополучия» уже в ближайшие три года.

На рисунке представлена «прогностическая заболеваемость» РВИ среди населения г. Екатеринбург к 2021 году, при начале вакцинации детей до 1 года с 2018 г.



Многолетняя динамика и тенденция развития эпидемического процесса РВИ среди населения г. Екатеринбург с 1996 до 2021 гг.

При ежегодном 95% охвате прививками детей до 1 года с 2018 года, к 2021-му «прогностическая заболеваемость» составит – 70,0 на 100 тыс. населения, что в 2,8 раза будет ниже исходного 2017 года уровня заболеваемости ( $p < 0,05$ ).

Превенция заболеваемости среди привитых детей раннего возраста предупредит одновременно формирование и резервуара возбудителя инфекции в этой возрастной группе – основных и потенциальных источников ротавирусной инфекции. Это существенно отразится в последующем на развитии ЭП во всех других возрастных группах детей.

### **Выводы**

1. Екатеринбург – территория крайне неблагоприятная по заболеваемости ротавирусной инфекцией с тенденцией неуклонного роста эпидемического процесса. На долю этого мегаполиса приходится почти половина случаев (45,9%) заболеваемости, регистрируемой в Свердловской области;

2. Группой риска заражения и заболевания являются дети от 0 до 3-х лет, заболеваемость среди которых достигает до 75%, а показатели инцидентности превышают таковые среди детей возрастных групп 3-6 и 7-14 лет в 4 и 29 раз соответственно;

3. Предупреждение заболеваемости путем вакцинопрофилактики среди детей от 0 до 3-х лет обеспечит «относительное эпидемическое благополучие» территории в ближайшие три года. Екатеринбург из территории неблагоприятной по заболеваемости перейдет в статус «благополучного», что отразится, в целом, и на заболеваемости всего населения Свердловской области.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Ан. Р.Н., Косова А.А., Валова Е.М., Третьякова Н.Н., Юровских А.И. Основные тенденции развития эпидемического процесса ротавирусной инфекции на среднем Урале пути оптимизации эпидемиологического надзора // Материалы XI съезда Всероссийского научно-практического Общества эпидемиологов, микробиологов и паразитологов / «Обеспечение эпидемиологического благополучия: вызовы и решения», Москва, 16-17 ноября 2017 года. С. 333–334.

2. Брико Н.Н., Горелов А. Ротавирусная инфекция: современный взгляд на проблему // Медицинский вестник № 14-15 (663-664) 26 мая 2014 г. Спецпроект «МВ»: вакцинопрофилактика. – С. 10–11.

3. Баранов А.А., Намазова-Баранова Л.С. Федеральные клинические рекомендации Вакцинопрофилактика ротавирусной инфекции у детей, Москва, Педиатр, 2016 год, с. 6–38.

4. Маянский Н.А., Маянский А.Н., Куличенко Т.В. Ротавирусная инфекция: эпидемиология, патология, вакцинопрофилактика // Вестник РАМН. 2015,1: 47–55.

5. Шестакова И.В. ГБОУ ВПО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России / Ротавирусная инфекция / ТОМ 15, № 12, CONSILIUM MEDICUM, 2013.

### **БИОГРАФИЯ**

Я работаю в области медицины и специализируюсь по эпидемиологии. Работаю доцентом кафедры эпидемиологии ФГБОУ ВО «Уральский государственный меди-

цинский университет» Минздрава России, г. Екатеринбург. Область моих научных интересов включает эпидемиологию и общественные науки.

**EPIDEMIOLOGY DIAGNOSTICS OF ROTAVIRUS INFECTION.  
GROUND OF VACCINE PREVENTION WITH THE PROGNOSIS  
OF DEVELOPMENT OF EPIDEMICS PROCESS**

**R.N. An<sup>1</sup>, A.A. Martynova<sup>2</sup>, S.S. Toporkov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Ural state medical university, Department of epidemiology*

<sup>2</sup>*Center for hygiene and epidemiology, Ekaterinburg, Russia*

*E-mail: vthay@mail.ru*

Annually 130 million cases of rotavirus infection registered in the world. In Russia in a sum OKAS arrives at to 87%. Striking children aged 6, rotavirus infection inflicts substantial harm to the health of child's population. Economic damage inflicted by this infection in the world exceeds 6,5 milliards of roubles in a year.

By the retrospective analysis of morbidity for 1996-2017 the basic displays of epidemic process are educed the rotavirus infection of population of Ekaterinburg.

In the long-term dynamics of morbidity the tendency of steady height is marked with three following after each other periods by duration 6-8. Every subsequent cycle was characterized more than 3th the multiple height of morbidity. On the whole, morbidity for 22 grew more than in 17 times.

Rotavirus struck, mainly, children to 3th, unorganized in preschool educational organizations (75%). The indexes of incident in this age-related and social group exceeded such among children 3-6 and 7-14 in 4 and 29 times accordingly. The expressed winter-spring seasonality of morbidity is marked. On the seasonal getting up was to 74,2% of annual morbidity with an actual seasonal raise, equal 48,2%.

The presence of negative cross-correlation connection is set between morbidity and temperature of air ( $r = 0,7$ ). At a temperature equal minus of 200C activation of epidemic process was marked.

The presence of middle degree of cross-correlation connection is set between morbidity and frequency of accidents in the cold water systems. ( $r = 0,5$ ).

The folded epidemic situation requires the necessity of perfection of the system of epidemiology supervision after an infection. By effective direction of management rotavirus infection presently is vaccine prevention [3].

During organization of planning of vaccine prevention for children it is 1 to possible to attain "epidemic prosperity" already in the nearest three years, as a result of prevention of morbidity both among inoculation and among the children of more senior age-related groups.

#### REFERENCES

1. An R.N., Kosova A.A., Valova E.M., Tretyakova N.N., Yurovskih A.I. Основные progress of epidemic process of rotavirus infection trends on middle Ural of way of optimization of epidemiology supervision // Materials of XI of convention of All-russian research and practice Society of epidemiologists, microbiologists and parasitologists / "Providing of epidemiology prosperity : calls and decisions", Moscow, on November, 16-17, 2017. p. 333–334.
2. Briko N.N., Gorelov A. Rotavirus is an infection: modern look to the problem // the Medical announcer № of May, 14-15 (663-664) 26 of 2014г. Спецпроект "МВ" : vakcinoprofilaktik p. 10-11.
3. Rams A.A., Namasova-Baranova L.S. / Federal clinical recommendations vakcinoprofilaktik of rotavirus infection for children, Moscow, ПедиатрЪ, 2016 year, p. 6–38.

#### BIOGRAPHY

I work in area of medicine and specialized on epidemiology. I work as the associate professor of department of epidemiology of Ural state medical university of Ministry of health of Russia, Ekaterinburg. The area of my scientific interests includes epidemiology and social sciences.

#### СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВРЕЖДЕНИЙ ПРИ ПАДЕНИЯХ С ВЫСОТЫ И СОБСТВЕННОГО РОСТА

**Н.М. Буранкулова<sup>1</sup>, О.И. Хван<sup>2</sup>, Б.А. Абдукаримов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Ташкентский Педиатрический Медицинский Институт. Узбекистан,*  
<sup>2</sup>*Главное бюро СМЭ Министерства здравоохранения Республики Узбекистан*  
*hoi8@yandex.ru*

По проведенным исследованиям были изучены особенности травм, полученных в случаях смертельных исходов при падениях с высоты и собственного роста, что привело к выводам, что при падениях с высоты часто наблюдаются сочетанные травмы которые мало наблюдались при падениях с высоты собственного роста.

#### **Актуальность**

Судебно-медицинская экспертиза травм полученных при падениях с высоты, хотя является мало изученным вопросом, представляют собой достаточно сложный вид экспертиз, особенно при необходимости различия и диагностики повреждений возникших при падениях с высоты и собственного роста. С точки зрения судебно-медицинской экспертизы одними из наиболее сложных и трудно диагностируемых видов травм являются травмы, полученные при падениях с высоты и собственного роста. При этом необходимо, что биомеханические аспекты травмы при падениях с высоты, по сравнению с другими травмами, с судебно- медицинской точки зрения

изучены недостаточно. Многие аспекты данной проблемы остаются неисследованными. Кроме того, в современной судебно-медицинской литературе встречаются чрезвычайно мало данных, связанных с изучением повреждений при падениях с высоты собственного роста.

Исходя из вышеизложенного, экспертная практика требует решения ряда вопросов, возникающих при различных видах падений (с высоты, с высоты собственного роста) для сопоставления и выявления различий этих травм, что свидетельствует о необходимости разработки, дифференциально-диагностических критериев судебно-медицинской оценки повреждений (травм) полученных при падениях с высоты и с высоты собственного роста. (2,3).

**Цель исследования:** выявления различий в повреждениях (травмах), полученных при падениях с высоты и собственного роста для разработки критериев оценки повреждений при падениях с высоты и с собственного роста.

#### **Материалы и методы**

Материалами исследования были 82 архивных заключений судебно-медицинских экспертиз по поводу смертельных падений с высоты и с высоты собственного роста на базе главного Бюро судебно-медицинской экспертизы РУз. по поводу падений с высоты с различных высот как непроизвольно (случайно) так и произвольно (вследствие умышленного нанесения травмы) за 5 лет.

При проведении исследования был применен метод ретроспективного анализа результатов морфологических исследований, судебно-химическое исследование крови для установления концентрации алкоголя, производившиеся в судебно-химических отделениях методом газовой хроматографии. При подсчете средних показателей вариационных рядов использовался метод Стьюдента.

#### **Результаты исследования**

В результате исследования было выявлено что среди мужчин 58 (71%) смертельные падения встречались значительно чаще, чем среди женщин 24 (29%). Летальные исходы при падениях с высоты и с собственного роста распределились по возрасту следующим образом : среди детей до 10 лет – 3,6%, в возрасте от 10 до 20 лет – 5,4%, от 20 до 30 лет – 14,5%, от 30 до 40 лет – 14%, от 40 до 50 лет – 19,4%, от 50 до 60 лет – 13%, от 70 лет и старше – 12%. Чаще падения со смертельным исходом встречались в 40-50 летнем и в возрасте от 50 до 60 лет то есть их пик приходился на жизненно активный возрастной период.

Госпитализированы в стационары 89% от общего числа падений с высоты собственного роста и 30% случаев падений с высоты от общего количества падений с высоты.

На месте происшествия скончались при падениях с собственного роста – 10%, а при падениях с высоты – 68% случаев.

Алкоголь в крови обнаружен у 31% пострадавших, при падениях с собственного роста у 19% пострадавших при падениях с высоты. Алкогольная концентрация в кро-

ви варьирует от 0,5 до 3,2 ‰ (промилле). Такая концентрация у живых лиц расценивается как от легкого до сильного алкогольного опьянения.

В сопоставлении выявленных в экспертных заключениях травм при падений с высоты и собственного роста были определены следующие повреждения:

1. Закрытая черепно-мозговая травма с ушибом головного мозга и кровоизлияниями в желудочки, оболочки головного мозга – в подавляющем большинстве случаев;
2. Переломы основания и свода черепа;
3. Множественные ушибы височных, теменных, и затылочных и других областей;
4. Ссадины туловища, лица, верхних конечностей;
5. Кровоподтеки, разожжённые раны.

Травмы и их тяжесть закономерно увеличиваются с увеличением высоты падения. При большой высоте, более характерно выражены травмы внутренних органов (тупая травма брюшной и грудной областей, разрывы и ушибы печени, селезенки, сердца, легких, почек и др.), внутренние кровотечения и отрывы органов от анатомических мест. Кроме того установлено, при падениях с высоты часто наблюдаются сочетанные травмы с переломами верхних и нижних конечностей, грудной клетки, тазовых костей, позвоночного столба, что мало наблюдается при падениях с собственного роста.

#### **Выводы**

При смертельных падениях с высоты чаще встречаются сочетанные травмы, закрытые и открытые черепно-мозговые травмы с ушибом головного мозга с кровоизлияниями в желудочки и под оболочки головного мозга, внутренние повреждения, такие как тупая травма живота, грудной клетки, разрывы и ушибы внутренних органов (печени, селезенки, легких, сердца, почек и др.). При падениях с собственного роста встречаются выше изложенные травмы головы, но без сочетания с травмами внутренних органов. Выделение и определение критериев повреждений по характеру морфологических изменений даст возможность судить не только о высоте падения, но и о первичной точке соударения и направления удара о твердую поверхность.

#### **ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Зарубина С.В. Экспериментальное моделирование падения тела человека // *Здравоохранение Дальнего Востока*. – 2003. – № 6. – С. 23–25.
2. Солохин Ю.А. О классификации падения с высоты // *Судебно-медицинская экспертиза*. – 2003. – Т. 46. – № 2. – С. 9–11.
3. Томилин В.В., Корсаков С.А., Бунятов М.О. О биомеханических условиях формирования повреждений тела при падении с высоты // *Судебно-медицинская экспертиза*. – 2001. – Т. 44, № 4. – С. 8–11.
4. Хван О.И. Повреждения органов брюшной полости и почек при тупой травме // *Врач-аспирант*. – № 1.3 (50). – 2012. – С. 461–465.

#### **БИОГРАФИЯ**

Я, Буранкулова Нигора Михайловна, работаю в области судебно-медицинской экспертизы и специализируюсь по общей судебно-медицинской экспертизе. Соиска-

тель Ташкентского Педиатрического Медицинского Института кафедры «Судебной медицины и медицинского права» с 2011 года. Область моих научных интересов включает в себя исследования травм и дифференциальная диагностика повреждений в судебно-медицинской экспертизе.

## **FORENSIC-MEDICAL CHARACTERISTICS OF DAMAGE WHEN FALLING FROM OWN HEIGHT**

**N.M. Burankulova<sup>1</sup>, O.I. Khvan<sup>2</sup>, B.A. Abdukarimov<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Tashkent Pediatric medical Institute. Uzbekistan.*

*<sup>2</sup>The Main Bureau of forensic medical examination of the Ministry of health of the Republic of Uzbekistan. hoi8@yandex.ru*

A study was studied the characteristics of injuries in cases of deaths falls from height of own growth, which led to the conclusion that falls from height are often observed associated injuries which few were observed at falling from height of own growth.

### **Urgency**

Forensic medical examination of injuries received from falls from a height, although it is a little studied issue, are a fairly complex type of examination, especially when it is necessary to distinguish and diagnose damage caused by falls from a height and its own growth. From the point of view of forensic medical examination, one of the most difficult and difficult to diagnose types of injuries are injuries received from falls from a height and own growth. It is necessary that the biomechanical aspects of injury in falls from a height, compared with other injuries, from a forensic point of view, are not sufficiently studied. Many aspects of the problem remain unexplored. In addition, in the modern forensic literature there are very few data related to the study of injuries in falls from a height of its own growth.

Based on the above, the expert practice requires the solution of a number of issues arising from different types of falls (from the height, from the height of its own growth) to compare and identify differences in these injuries, which indicates the need to develop, differential diagnostic criteria for forensic assessment of injuries (injuries) obtained from falls from the height and from the height of (2,3).

**The aim of the study:** to identify differences in injuries (injuries) obtained from falls from height and own growth to develop criteria for assessing damage from falls from height and from own height.

### **Materials and methods**

Materials of the study were 82 archive of the conclusions of the forensic medical examination regarding fatal falls from height from height of own growth on the basis of the main

Bureau of forensic medical examination of the Republic of Uzbekistan. Regarding falls from a height with different heights as spontaneously and randomly in 5 years.

The method of retrospective analysis of the results of morphological studies, forensic chemical study of blood to determine the concentration of alcohol produced in the forensic chemical departments by gas chromatography was used in the study. The Student's method was used to calculate the mean values of variation series.

### **Research result**

The study found that among men 58(71%) fatal falls were much more common than among women 24 (29%). The fatal outcomes in falls from height and from own height were distributed by age as follows: among children under 10 years – 3.6%, aged 10 to 20 years – 5.4%, 20 to 30 years – 14.5%, 30 to 40 years – 14%, 40 to 50 years – 19.4%, 50 to 60 years – 13%, 70 years and older – 12%. The most frequent fatal falls occurred in 40-50 years and at the age of 50 to 60 years that is, their peak was in the life-active age period.

Hospitalized in hospitals 89% of the total number of falls from the height of their own growth and 30% of cases of falls from the height of the total number of falls from the height.

On meta reports died in falls from their own height-10%, and in falls from a height-68% of cases.

The blood alcohol was detected in 31% of the victims, falls from own height from 19% of victims of falls from height. Alcohol concentration in the blood varies from 0.5 to 3.2 ‰ (ppm). This concentration in living persons is regarded as from light to strong alcohol intoxication.

In the mapping identified in the expert reports of injuries in falls from height of own growth and has identified the following injuries:

1. Closed craniocerebral trauma with a brain injury and hemorrhages in the ventricles, the shell of the brain-in the vast majority of cases;
2. Skull base and vault fractures;
3. Multiple injuries of temporal, parietal, and occipital and other areas;
4. Body abrasions, face, upper limbs;
5. Bruising, burning wounds.

Injuries and their severity naturally increase with the height of the fall. At high altitude, more pronounced injuries of internal organs (blunt trauma of the abdominal and thoracic areas, ruptures and bruises of the liver, spleen, heart, lungs, kidneys, etc.), internal bleeding and separation of organs from anatomical sites. In addition, it is established that in falls from a height, combined injuries are often observed with fractures of the upper and lower limbs, chest, pelvic bones, vertebral column, which is little observed in falls from its own growth.

### **Summary**

In fatal falls from a height more often there are combined injuries, closed and open craniocerebral injuries with a brain injury with hemorrhages in the ventricles and under the

shells of the brain, internal injuries, such as blunt trauma of the abdomen, chest, ruptures and bruises of internal organs (liver, spleen, lungs, heart, kidneys, etc.). Falls from own height meet the above stated injuries to the head, but without combination with injuries of the internal organs. The selection and determination of damage criteria by the nature of morphological changes will make it possible to judge not only the height of the fall, but also the primary point of impact and the direction of impact on the hard surface.

#### REFERENCES

1. Zarubina S.V. Experimental modeling of human body fall // Health care of the Far East. – 2003. – № 6. – P. 23–25.
2. Solohin J.A. On the classification of falling from height //Judicial-medical examination. – 2003. – Vol. 46. – № 2. – P. 9–11.
3. Tomilin V.V., Korsakov A.S., Bunyatova M.O. On the biomechanical conditions for the formation of damage to the body when falling from a height // Judicial-medical examination. – 2001. – Vol. 44. – № 4. – P. 8–11.
4. Khvan O. I. injuries of the abdominal organs and of the kidneys in blunt trauma // Doctor-graduate student. – № 1.3 (50). – 2012. – P. 461–465.

#### BIOGRAPHY

I am, Burankulova Nigora Mikhailovna, work in the field of forensic medical examination and specialize in General forensic medical examination. Senior researcher of the department of forensic medicine and medical law of the Tashkent Pediatric medical Institute My area of research interests includes the study of trauma and differential diagnosis of injuries in forensic medical examination.

### СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКАЯ ОЦЕНКА ПЕРВИЧНЫХ И ВТОРИЧНЫХ ВНУТРИСТВОЛОВЫХ КРОВОИЗЛИЯНИЙ ПРИ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЕ

**Б.М. Дальжанов<sup>1</sup>, О.И. Хван<sup>2</sup>, Б.А. Абдукаримов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Республиканское бюро СМЭ Министерства здравоохранения  
Республики Каракалпакстан*

<sup>2</sup>*Главное бюро СМЭ Министерства здравоохранения Республики Узбекистан  
hoi8@yandex.ru*

Для единого подхода к судебно-медицинской оценке внутривенозных кровоизлияний, образовавшихся в результате ЧМТ, прежде всего, необходимо дать четкое определение кровоизлияний с экспертной точки зрения в целом. Данные критерии повышают объективность экспертных заключений при решении вопросов, связанных с экспертизой черепно-мозговой травмы.

В современных условиях черепно-мозговая травма (ЧМТ) занимает ведущее место среди основных видов механической травмы. При этом нередко тупая травма головы сопровождается вовлечением в патологический процесс стволовых структур головного мозга как непосредственно в момент ее причинения, так и через несколько часов после травмы, что приводит к более тяжелому клиническому течению ЧМТ и высокой смертности таких пострадавших, особенно в первые часы и в первые сутки после травмы [2, 6, 8].

Для единого подхода к судебно-медицинской оценке внутристволовых кровоизлияний, образовавшихся в результате ЧМТ, прежде всего, необходимо дать четкое определение кровоизлияний с медицинской точки зрения в целом. [3, 4].

В зависимости от причины возникновения внутристволовых кровоизлияний последние подразделяются на первичные возникающие от травматических воздействий на стволовой отдел головного мозга в момент причинения тупой травмы головы, и вторичные образующиеся в различные временные сроки после причинения травмы, как следствие развития внутричерепных осложнений: отека и/или набухания, дислокации, ущемления мозга. [1, 4, 7, 10].

Таким образом, установление первичных и вторичных внутристволовых кровоизлияний, образующихся в результате тупой травмы головы, имеет принципиальное значение не только для судебно-медицинских экспертов, но и для врачей смежных специальностей (нейрохирургов, травматологов и др.).

**Цель исследования:** провести сравнительную комплексную оценку клинических признаков внутристволовых кровоизлияний при черепно-мозговой травме с макро и микроскопическими данными исследования головного мозга с целью установления особенностей судебно-медицинской дифференциальной диагностики первичных и вторичных внутристволовых кровоизлияний.

Материалы и методы исследования: для установления характерных особенностей судебно-медицинской дифференциальной диагностики внутристволовых кровоизлияний при черепно-мозговой травме в повседневной экспертной практике был проведен анализ 125 экспертных заключений.

С этой целью были использованы стандартное оборудование отделений судебно-медицинской экспертизы Бюро; микроскоп, микротом, термостат, 10% раствор нейтрального формалина, парафин, предметные и покровные стекла, реактивы для приготовления стандартных гистологических окрасок (гематоксилин и эозин, по Ван Гизону, Вейгерту, Маллори, Кассону, Зинарсону, Шпильмейеру, Фельгену, Нисслю, на фибрин, Шифф-реактив).

#### **Результаты исследования**

Изучались обстоятельства происшествия и клиника у пострадавшего после причинения ему тупой травмы головы по материалам следствия. Объективные данные о тяжести травмы и состоянии пострадавшего получали из медицинских документов (сопроводительного листа скорой помощи, истории болезни).

В результате было установлено, что для ЧМТ сопровождающихся образованием первичных внутристволовых кровоизлияний, характерно было развитие коматозного состояния у пострадавших (выключение сознания с полной утратой восприятия окружающего мира, самого себя и других признаков психической деятельности) после причинения травмы и до наступления смерти.

На компьютерной томограмме головного мозга (КТ-мозга) первичные внутристволовые кровоизлияния выявляются в виде округлых или вытянутых зон гомогенного интенсивного повышения плотности с четко очерченными краями.

Смерть пострадавшего от ЧМТ с первичным поражением ствола мозга, как правило, наступала быстро в течение 1,5 часов от момента ее причинения.

Отсутствие у пострадавшего вслед за причинением тупой травмы головы коматозного состояния и первично-стволовой неврологической симптоматики объективный клинический критерий вторичного характера внутристволовых кровоизлияний.

Еще одним доказательным клиническим признаком вторичных внутристволовых кровоизлияний являются результаты динамических КТ-исследований мозга, а именно, отсутствие зон гомогенного повышения плотности в ствольных отделах мозга при первичном КТ-исследовании и появление таковых при повторных КТ-исследованиях.

Смерть пострадавшего от ЧМТ с вторичным поражением ствола мозга может наступить в любое время после травмы, но преимущественно не ранее чем через 1,5-2 часа от момента ее причинения.

Кровоизлияния в ствольной отдел мозга оценивают в комплексе с повреждениями мягких покровов головы, костей черепа, оболочек и больших полушарий мозга.

Для первичных внутристволовых кровоизлияний характерен следующий комплекс общих макроскопических признаков: незначительные размеры кровоизлияний (от пылевидных до очаговых диаметром до 0,2см); четкие границы с окружающей их мозговой тканью, в которой отсутствуют какие-либо макроскопически видимые изменения; локализация внутристволовых кровоизлияний на ограниченном участке, асимметрично, изолированно, в латеральных отделах ствола (ножках мозга, под покрывкой мозга и Варолиева моста, у стенки Сильвиева водопровода, верхних и средних ножках мозжечка); отсутствие каких-либо признаков изменений головного мозга, указывающих на наличие макроскопически видимых посттравматических осложнений ЧМТ (сдавление, дислокация, ущемление, отек, набухание мозга); наличие контузионных очагов в больших полушариях мозга и переломов костей черепа (оскольчатых, вдавленных либо протяженных линейных, распространяющихся на противоположную от места приложения силы сторону) ЧМТ с образованием вторичных внутристволовых кровоизлияний встречается преимущественно в тех случаях, когда ударное воздействие не голову незначительно, действует в тангенциальном или центральном направлении, а местом приложения силы являются затылочная, лобно-лицевая и височные области (I, II, III, IV типы механизма причинения ЧМТ).

Для вторичных внутристволовых кровоизлияний характерен следующий комплекс: распространения в пределах ствола мозга; беспорядочное расположение в медиальных отделах ствола, чаще на границе Варолиева моста и среднего мозга с рас-

пространением на глубжележащие отделы моста вплоть до ромбовидной ямки; размытость границ между кровоизлияниями и окружающей их мозговой тканью; наличие по краю или вокруг крупных геморрагических фокусов мелких неизменных кровоизлияний; пропитывание участков мозговой ткани, прилежащих к внутривентрикулярным кровоизлияниям, кровяным пигментом либо обнаружение в этих участках очагов геморрагического или ишемического некроза; расширение боковых желудочков мозга; мягкая или дряблая консистенция вещества стволового отдела мозга; асимметричность подкорковых ядер и/или желудочков мозга; обнаружение цианотичных участков коры, в области прямых, орбитальных, парагиппокампальных либо окципитально-темпоральных извилин; выбухание над поверхностью мозга прямых (парагиппокампальных, либо поясных) извилин; обнаружение "странгуляционных" борозд на миндалевидных дольках мозжечка (реже на поверхности поясных либо парагиппокампальных извилин); одностороннее или двустороннее изменение прямых и/или парагиппокампальных извилин мозга; контузионные очаги в больших полушариях мозга и повреждения костей черепа могут отсутствовать.

Для первичных внутривентрикулярных кровоизлияний характерен следующий комплекс общих микроскопических признаков: незначительные размеры кровоизлияний (периастиальные и в виде мелких очажков); локализация геморрагии в проводниковых структурах (параядерные зоны); асимметричное расположение кровоизлияний, односторонность и обособленность геморрагии друг от друга, отсутствие гранулоцитов и изменений сосудистых стенок в геморрагических очагах; полнокровие сосудов различного вида и калибра; отсутствие, либо наличие перифокального (периваскулярного и/или перичеселлярного) отека ствола мозга; отсутствие микроскопически различимых изменений структуры нейроцитов и нейроглии (за исключением пограничной зоны кровоизлияний; где могут встречаться нейроны в состоянии острого набухания).

Вторичные внутривентрикулярные кровоизлияния отличает от первичных следующая совокупность общих микроскопических признаков: полиморфность кровоизлияний с преобладанием крупных очагов над мелкими; расположение геморрагии группами и симметрично в структурных образованиях стволовых отделов мозга с тенденцией к слиянию; неоднородность геморрагии; склонность к распространению кровоизлияний по ходу проводниковых структур и постоянное их обнаружение в ядерных и параядерных зонах на различных уровнях ствола; "размытость" контуров кровоизлияний (преимущественно крупных) за счет пропитывания пограничной зоны гемолизированными эритроцитами и формирования очага полного или частичного некроза мозговой ткани; наличие генерализованного выраженного отека на различных уровнях ствола; набухание и гомогенизация стенок сосудов с усиленной ШИК-реакцией; мозаичный характер нарушения стволового кровообращения (чередование полнокровных участков мозговой ткани с паретически расширенными и дистоническими сосудами с участками малокровия со спавшимися капиллярами и спастически сокращенными артериями); полиморфизм патологических изменений нервных клеток (преобладание необратимых изменений нейроцитов: тяжелое заболевание по Нисслю, ишемическое заболевание, "клетки-тени") как в пограничной зоне, так и на некотором

отдалении от геморрагических очагов; диффузное набухание и разрежение миелиновых волокон; отек астроцитов и олигодендроглии с появлением дренажных синусов.

### **Заключение**

Единый подход к судебно-медицинской оценке внутристволовых кровоизлияний в результате черепно-мозговой травмы необходим для правильного построения судебно-медицинского диагноза. Не меньшее значение это имеет и для правоохранительных органов при экспертном решении различных вопросов следствия о непосредственной причине смерти при черепно-мозговой травме, механизме ее причинения, способности пострадавших к совершению самостоятельных активных и целенаправленных действий после причинения тупой травмы головы и пр.

Полученные результаты повышают объективность экспертных заключений при решении вопросов, связанных с экспертизой черепно-мозговой травмы.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Белова Л.П., Щербинина Е.В., Петрова Л.В., Патрикеева С.А. Лечебно-тактические мероприятия на догоспитальном этапе при черепно-мозговых травмах // *Здравоохранение Чувашии*. – 2012. – № 1. – С. 59–63.
2. Винокуров А.П., Кондратьев А.В. Различия нарушений церебральной гемодинамики при изолированных и сочетанных черепно-мозговых травмах, выявленные методом транскраниальной доплерографии // *Функциональная диагностика*. – 2011. – № 3. – С. 86–87.
3. Захарова Н.Е., Корниенко В.Н., Потапов А.А., Пронин И.Н. // *Нейровизуализация структурных и гемодинамических нарушений при травме мозга*. – Москва. – 2013. – 160 с.
4. Каратаева Л.А., Иноятова Ш.Ш.К., Машарипов А.С. Патоморфологические изменения головного мозга при черепно-мозговых травмах // *Современная медицина: актуальные вопросы*. – 2015. – № 48–49. – С. 48–54.
5. Колкутин В.В., Ковалев А.В., Дадабаев В.К. Прогнозирование тяжести вреда здоровью при черепно-мозговых травмах по их морфологическим проявлениям на компьютерных томограммах // *Актуальные вопросы судебной медицины и экспертной практики. Материалы научно-практических конференций Ассоциации учреждений судебно-медицинской экспертизы Южного федерального округа. Некоммерческая организация "Ассоциация учреждений судебно-медицинской экспертизы Южного федерального округа"*. – 2008. – С. 98–105.
6. Лихтерман Л.Б., Потапов А.А., Клевно В.А., Кравчук А.Д., Охлопков В.А. Последствия черепно-мозговой травмы // *Судебная медицина*. – 2016. – Т. 2. – № 4. – С. 4–20.
7. Al-Sarraj S. et al. Focal traumatic brain stem injury is a rare type of head injury resulting from assault: a forensic neuropathological study // *Journal of forensic and legal medicine*. – 2012. – V. 19. – №. 3. – P. 144–151.
8. Bouras T., Stranjalis G., Sakas D.E. Traumatic midbrain hematoma in a patient presenting with an isolated palsy of voluntary facial movements. Case report // *J. Neurosurg.* – 2007. – V. 107. – P. 158–160.
9. Detre J., Wang J., Wang Z., Rao H. Arterial spin-labeled perfusion MRI in basic and clinical neuroscience // *Current opinion in neurology*. – 2009. – V. 22. – №. 4. – P. 348–355.
10. Huang A., Tsai, J., Kuo L., Lee C., Lai H., Tsai, L., Huang S., Chen C., Chen Y., Chuang H., Wintermark M. Clinical application of perfusion computed tomography in neurosurgery: Clinical article // *Journal of neurosurgery*. – 2014. – V. 120. – №. 2. – P. 473–488.

## БИОГРАФИЯ

Я, Дальжанов Бердимурат Матжанович, работаю в области судебно-медицинской экспертизы. Являюсь начальником Бюро СМЭ и главным судебно-медицинским экспертом Республики Каракалпакстан. Специализируюсь по общей судебно-медицинской экспертизе. Соискатель кафедры судебной медицины и медицинского права Ташкентского Педиатрического Медицинского Института. Область моих научных интересов включает в себя исследование повреждений черепа и головного мозга.

## FORENSIC EVALUATION OF PRIMARY AND SECONDARY INTRA-STEM HEMORRHAGES IN TRAUMATIC BRAIN INJURY

**B.M. Daljanov<sup>1</sup>, O.I. Khvan<sup>2</sup>, B.A. Abdugarimov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Republican Bureau of the Ministry of health of the Republic of Karakalpakstan*

<sup>2</sup>*The Main Bureau of forensic medical examination of the Ministry of health of the Republic of Uzbekistan.*

*hoi8@yandex.ru*

In modern conditions, craniocerebral trauma (TBI) occupies a leading place among the main types of mechanical trauma. Often blunt trauma of the head is accompanied by involvement of the brain stem structures in the pathological process both at the moment of its infliction and several hours after the injury, which leads to a more severe clinical course of TBI and high mortality of such victims, especially in the first hours and in the first day after the injury [2, 6, 8].

For a unified approach to the forensic assessment of intra-stem hemorrhages, formed as a result of TBI, first of all, it is necessary to give a clear definition of hemorrhages from a medical point of view in General. [3, 4].

Depending on the cause of the intra-stem hemorrhages, the latter are divided into primary ones arising from traumatic effects on the stem of the brain at the time of causing blunt head trauma, and secondary ones formed in different time periods after injury, as a consequence of the development of intracranial complications: swelling and/or swelling, dislocation, brain damage. [1, 4, 7, 10].

**The aim of the study:** was to conduct a comparative integrated assessment of clinical signs nutritiology haemorrhage in traumatic brain injury with macro and microscopic findings of research of the brain with the aim of establishing the characteristics of forensic differential diagnosis of primary and secondary nutritiology hemorrhages.

### **Materials and methods**

To establish the characteristic features of forensic nutritiology differential diagnosis of hemorrhage in traumatic brain injury expert in daily practice, an analysis was conducted of 125 expert opinions.

With this purpose used a standard equipment of the offices of forensic medical examination Bureau; microscope, microtome, thermostat, 10% solution of neutral formalin, paraffin, slides and cover glass, reagents for the preparation of standard histological stains (hematoxylin and eosin, by van gizon, Weigert, Mallory, Kasson, Tinaroo, Spielmeyer, Rimspeke, Nissly, fibrin, Schiff-reagent).

### **The results of the study**

To study the circumstances of the incident and the clinic the victim after causing him blunt force trauma to the head according to the materials of the investigation. Objective data on the severity of the injury and the condition of the victim were obtained from medical documents (accompanying sheet of ambulance, medical history).

As a result, it was found that for the TBI accompanied by the formation of primary intra-stem hemorrhages, the development of a comatose state was characteristic of the victims (turning off consciousness with a complete loss of perception of the surrounding world, of himself and other signs of mental activity) after injury and before death.

On a computer tomogram of the brain (CT-brain), primary intra-stem hemorrhages are detected in the form of rounded or elongated zones of homogeneous intense density increase with clearly defined edges.

The death of the victim of TBI with primary lesion of the brain stem, as a rule, occurred within a short time - 1.5 hours from the moment of its infliction.

Absence of an objective clinical criterion of secondary character of intra-stem hemorrhages in the victim after causing blunt trauma to the head of the comatose state and primary stem neurological symptoms.

The death of the victim of TBI with a secondary lesion of the brain stem can occur at any time after the injury, but mainly not earlier than 1.5-2 hours from the moment of its cause.

### **Conclusion**

A unified approach to the forensic medical assessment of intra-stem hemorrhages as a result of traumatic brain injury is necessary for the correct construction of the forensic medical diagnosis. This is equally important for law enforcement agencies in the expert decision of various issues of investigation of the direct cause of death in traumatic brain injury, the mechanism of its infliction, the ability of victims to commit independent active and targeted actions after causing blunt head injury, etc.

The obtained results increase the objectivity of expert opinions in solving issues related to the examination of craniocerebral trauma.

### **REFERENCES**

1. Belova L.P., Shcherbinina E.V., Petrova L.V., Patrikeev S.A. Treatment-tactical activities in the prehospital traumatic brain injuries // health of the Chuvash Republic. 2012. No. 1. P. 59-63.
2. Vinokurov A.P., Kondrat'ev A.V. the Differences of violations of cerebral hemodynamics in patients with isolated and combined traumatic brain injury revealed by transcranial Doppler ultrasonography// Functional diagnostics. 2011. No. 3. P. 86-87.
3. Zakharova N.E. Kornienko V.N., Potapov A.A., Pronin I.N. // Neuroimaging of structural and hemodynamic disturbances in brain injury. – Moscow. – 2013. – 160 C.

4. Karataeva L.A., Inoyatova S.S. K. Masharipov A.S. Pathological changes of the brain in traumatic brain injuries // Modern medicine: current issues. 2015. No. 48-49. P. 48-54.
5. Kolkutin V.V., Kovalev A.V., Dadabaev V.K. Prediction of the severity of health damage in craniocerebral injuries by their morphological manifestations on computer tomograms // Topical issues of forensic medicine and expert practice Materials of scientific and practical conferences Of the Association of forensic medical examination of the southern Federal district. Non-profit organization "Association of forensic medical institutions of the southern Federal district". 2008. P. 98-105.
6. Likhтерman L.B., Potapov A.A., Klevno V.A., Kravchuk A.D., Okhlopkov V.A. Consequences of traumatic brain injury // Forensic medicine. 2016. Vol. 2. No. 4. S. 4-20.
7. Al-Sarraj S., et al. Focal traumatic brain stem injury is a rare type of head injury result from assault: a forensic neuropathological study // Journal of forensic and legal medicine. – 2012. – V. 19. – No. 3. – P. 144-151.
8. Bouras T., Stranjalis G., Sakas D. E. Traumatic midbrain hematoma in a patient presenting with an isolated palsy of voluntary facial movements. Case report // J. Neurosurg. – 2007. – V. 107. – P. 158-160.
9. Detre J., Wang J., Wang Z., Rao H. artistic spin-labeled perfusion MRI in basic and clinical neuroscience // Current opinion in neurology. – 2009. – V. 22. – No. 4. – P. 348-355.
10. Huang A., Tsai, J., Kuo L., Lee C., Lai H., Tsai, L., Huang S., Chen C., Chen Y., Chuang H., Wintermark M. Clinical application of perfection computed tomography in neurosurgery: Clinical article // Journal of neurosurgery. – 2014. – V. 120. – No. 2. – P. 473-488.

#### BIOGRAPHY

Daljanov Berdimurat Matjanovic work in the field of forensic examination. The head Of the Bureau of the FME and the chief forensic medical expert of the Republic of Karakalpakstan. Specialize in General forensic medical examination. Doctoral student of the Department of forensic medicine and medical law of the Tashkent Pediatric medical Institute. Research interests include the study of damage to the skull and brain.

#### ИЗУЧЕНИЕ СОВМЕСТНОГО ДЕЙСТВИЯ РЕМАНТАДИНА И ИОДСОДЕРЖАЩИХ ПРЕПАРАТОВ НА КУЛЬТУРУ КЛЕТОК MDCK

**Н.В. Зубенко<sup>1,2</sup>, С.В. Шилов<sup>1</sup>, И.С. Коротецкий<sup>1</sup>,  
Л.Н. Иванова<sup>1</sup>, С.В. Швидко<sup>1,2</sup>**

*АО «Научный центр противoinфекционных препаратов», г. Алматы,  
lab.virus@mail.ru*

*Казахский Национальный медицинский университет имени С.Д. Асфендиярова,  
г. Алматы, zubenkonatalie@gmail.com*

В работе изучена токсичность комбинированного применения препарата Ремантадин с иодсодержащими препаратами в опытах *in vitro* на культуре клеток MDCK. На основании полученных данных проведена оценка взаимодействия лекарственных средств по значению комбинаторного индекса (CI), по методу Chou and Talalay.

Актуальность проблем, связанных с безопасностью лекарственного взаимодействия, обусловлена широким использованием комбинированной терапии и большим количеством препаратов на основе фиксированных комбинаций лекарственных средств, в том числе безрецептурных препаратов, которые применяются без врачебного контроля [1]. Комбинированная фармакотерапия предусмотрена стандартами лечения и часто не имеет альтернативы в онкологии, фтизиатрии, ревматологии, психиатрии, кардиологии при лечении ВИЧ-инфекций и многих других заболеваний. Применяемая в настоящее время оценка безопасности комбинаций лекарственных средств характеризуется значительной зависимостью от рациональности фармакотерапии, что приводит к недооценке риска развития непрогнозируемых нежелательных реакций, вызванных взаимодействием лекарственных средств [2, 3].

В рамках оценки безопасности комбинированной фармакотерапии принципиальное значение имеет изучение эффектов токсикологического взаимодействия активных субстанций, составляющих комбинацию. Обычно сведения о возможных токсических эффектах при совместном применении лекарств основаны на данных о фармакологическом, биохимическом или фармакокинетическом взаимодействии. Следует подчеркнуть, что такой подход имеет определенное прогностическое значение при оценке риска развития побочного эффекта и его механизма, но не заменяет токсикологических исследований, которые позволяют оценить значимость токсических проявлений при взаимодействии лекарств [4].

В фармацевтическом аспекте иод – уникальное лекарственное вещество, являющееся основным, активнoдействующим началом для большого числа медикаментов, широко применяемых в медицине и ветеринарии, поскольку определяет высокую биологическую активность и разностороннее фармакологическое действие этих препаратов. Иод обладает широким спектром антимикробного, фунгицидного, антигельминтного, противовирусного и противопротозойного действий [5]. Препарат Ремантадин на протяжении многих лет используется как противовирусное средство для профилактики и лечения ранних стадий гриппа. Однако комбинированное действие иодсодержащих препаратов с Ремантадином до сих пор не исследовано.

**Цель исследования:** изучить токсичность комбинированного применения препарата Ремантадин с иодсодержащими препаратами в опытах *in vitro* на культуре клеток MDCK.

#### **Материалы и методы**

В исследовании была использована перевиваемая культура клеток почки собаки MDCK (Madin-Darby canine kidney), полученная из коллекции ATCC (American Type Culture Collection, Manassas, VA). Клетки выращивали на питательной среде DMEM с добавлением 10%-ного раствора фетальной бычьей сыворотки (ФБС) и раствором антибиотика-антимикотика (100 ЕД/мл пенициллина, 0,1 мг/мл стрептомицина и 0,25 мкг/мл амфотерицина В) при 37 °С в атмосфере 5% CO<sub>2</sub>.

В работе использовали коммерческие препараты Ремантадин, Йодбаланс, Повидон-Йод, Йодиол, Йокс, Амизон и препарат ФС-1 разработанный в АО «НЦПП» [6].

Оценку цитотоксического действия исследуемых препаратов индивидуально и в комбинациях проводили по стандартной методике, при помощи нейтрального красного [7]. Через 72 ч инкубации с исследуемым препаратом рассчитывали ЦТК<sub>50</sub> (концентрация вещества, при которой происходит гибель 50% клеток) [8]. Анализ характера взаимодействия препаратов выполняли по методу Chou and Talalay, при помощи программного обеспечения CompuSyn 10.1 (Compusyn Inc, Paramus, NJ, USA) [9,10]. Взаимодействие лекарственных средств оценивали по значению комбинаторного индекса (CI). Значения комбинаторного индекса трактовали в соответствии со следующей шкалой: CI<1 – синергизм; CI=1 – аддитивный эффект; CI>1 – антагонизм.

Результаты проведенных количественных исследований подвергались обработке при помощи метода однофакторного дисперсионного анализа One-Way ANOVA, различия считали достоверными при p<0,05.

### Результаты и обсуждения

Для оценки цитотоксического действия на культуру клеток MDCK исследуемые препараты применяли как самостоятельно, а также в комбинациях Ремантадин/Йодбаланс, Ремантадин/Повидон-Йод, Ремантадин/Йодинокс, Ремантадин/Йокс, Ремантадин/Амизон, Ремантадин/ФС-1. Количественная оценка токсического действия исследуемых препаратов в опытах *in vitro* проводилась с использованием нейтрального красного. На основе полученных данных были рассчитаны значения ЦТК<sub>50</sub>. Результаты цитотоксического действия препаратов при моно воздействии на культуру клеток MDCK представлены в табл. 1.

Таблица 1

#### Оценка цитотоксического действия препаратов на модели культуры клеток MDCK

Наименование препарата	ЦТК <sub>50</sub> , мг/мл активного вещества
ФС-1	0,430
Йодинокс	0,190
Повидон-Йод	0,123
Амизон	1,808
Йокс	0,138
Йодбаланс	0,029
Ремантадин	0,049

Показано, что наиболее выраженным цитотоксическим действием обладает препарат Йодбаланс (ЦТК<sub>50</sub> – 0,029 мг/мл), а наименее выраженным препарат Амизон (ЦТК<sub>50</sub> – 1,808 мг/мл).

Результаты цитотоксического действия комбинаций Ремантадина, с иодсодержащими препаратами Йодбаланс, Повидон-Йод, Йодиол, Йокс, Амизон и ФС-1 в диапазоне доз, обеспечивающих при индивидуальном применении 50% эффект (ЦТК<sub>50</sub>) представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Дозы препаратов и значения CI при комбинированном воздействии**

Наименование препарата А	Наименование препарата Б	D <sup>1</sup> , мг/мл активного вещества		Dm <sup>2</sup> , мг/мл активного вещества	CI <sup>3</sup>
		Препарат А	Препарат Б		
ФС-1	Ремантадин	0,430	0,049	0,507	2,018
Йодиол		0,190		0,219	1,718
Повидон-Йод		0,123		0,100	1,132
Амизон		1,808		1,612	1,654
Йокс		0,138		0,035	0,360
Йодбаланс		0,029		0,013	0,342

Примечания:

<sup>1</sup> D – доза каждого препарата, которая ингибирует рост клеток на 50%;

<sup>2</sup> Dm – доза комбинации препаратов, при которой гибнет 50 % клеток;

<sup>3</sup> Значения комбинационного индекса (CI) <1, = 1 и > 1 характеризуют синергизм, аддитивный эффект и антагонизм соответственно.

Комбинации препаратов Ремантадин/ФС-1, Ремантадин/Йодиол, Ремантадин/Повидон-Йод и Ремантадин/Амизон в диапазоне доз, обеспечивающих при индивидуальном применении 50% эффект, демонстрируют антагонистические свойства (значения CI=2,018; CI=1,718; CI=1,132 и CI=1,654, соответственно), что свидетельствует об ингибировании токсичности монопрепаратов на культуру клеток MDCK.

Результаты оценки цитотоксического действия комбинаций препаратов Ремантадин/Йокс и Ремантадин/Йодбаланс на культуру клеток MDCK свидетельствуют о синергизме компонентов этих комбинаций, так как CI их комбинаций меньше единицы (CI=0,360 и CI=0,342, соответственно).

В настоящее время безопасность современной лекарственной терапии в большой степени зависит от адекватности оценки риска токсикологического взаимодействия лекарственных средств, поскольку персонализированная фармакотерапия в подавляющем большинстве клинических случаев является комбинированной [11]. Условия токсикологических экспериментов *in vitro*, позволяют оценивать не только отчетливо выраженные эффекты комбинаций лекарственных средств, но и их потенциальные токсические свойства.

В данной работе изучено влияние комбинаций препарата Ремантадин с иодсодержащими препаратами в опытах *in vitro* на культуре клеток MDCK. Полученные дан-

ные, свидетельствуют о том, что комбинации Ремантадина с иодсодержащими препаратами (Амизон, Йодиол, Повидон-Йод, ФС-1) способны подавлять токсические свойства друг друга, что значительно расширяет диапазон применимых концентраций данных препаратов для их совместного использования в качестве противовирусных средств.

### Выводы

На основании полученных экспериментальных данных можно заключить, что комбинации препарата Ремантадин с иодсодержащими препаратами (Амизон, Йодиол, Повидон-Йод, ФС-1) являются перспективными для дальнейшего изучения с целью разработки комбинированного лечения и профилактики инфекционных заболеваний.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Сюбаев Р.Д. Современные подходы к доклинической оценке безопасности комбинированного действия лекарственных средств // Токсикологический вестник. – 2010. – № 5. – С. 12–16.
2. Казаков А.С., Лепахин В.К., Астахова А.В. Осложнения фармакотерапии, связанные с взаимодействием лекарственных средств // Российский медико-биологический вестник. – 2013. – Т. 21, № 3. – С. 70–76.
3. Гуськова Т.А. Токсикология лекарственных средств. – М.: Русский врач, 2003. – 154 с.
4. Немкова И.Н., Гуськова Т.А., Сюбаев Р.Д., Енгальчева Г.Н., Васильев А.Н. Исследование *in vitro* цитотоксического действия нестероидных противовоспалительных средств, используемых в составе комбинированных лекарственных препаратов // Токсикологический вестник. – 2013. – № 5. – С. 13–16.
5. Шантыз А.Х. Перспективы применения иодсодержащих препаратов в ветеринарии: дис. ... д-р вет. наук: 06.02.03: защищена 02.03.2015 / Шантыз Азамат Хазретович. – Краснодар, 2015. – 283 с.
6. Пат. № 28746. Антибактериальный агент для лечения инфекционных заболеваний бактериальной природы и способ его получения / А.И. Ильин, М.Е. Кулманов (Республика Казахстан); зарегистр. в Государственном реестре изобретений Республики Казахстан 19.06.2014.
7. Guidance Document on Using *In Vitro* Data to Estimate *In Vivo* Starting Doses for Acute Toxicity // National Institute of Environmental Health Sciences National Institutes of Health U.S. Public Health Service Department of Health and Human Services, 2001. – 102 p.
8. Драганов М. Клетъчни култури. Теория и техники. – Пловдив: ИК «ВАП», 2004. – 285 с.
9. Chou T.C., Talalay P. Quantitative analysis of dose-effect relationships: the combined effects of multiple drugs or enzyme inhibitors. // *Adv. Enzyme Regul.* – 1984. – No 22. – P. 27-55.
10. Chou, T.C., Theoretical Basis, Experimental Design, and Computerized Simulation of Synergism and Antagonism in Drug Combination Studies // *Pharmacological Reviews.* – 2006. – No 58. – P. 621–681.
11. Сюбаев Р.Д. Принципы доклинической оценки риска токсикологического взаимодействия лекарственных средств и критерии безопасности комбинированной фармакотерапии: автореферат дис. ... д-р мед. наук: 14.03.06: защищена 21.02.2012 / Сюбаев Рашид Даутович. – Москва, 2012. – 48 с.

### БИОГРАФИЯ

Я, Зубенко Наталья Викторовна, работаю старшим научным сотрудником лаборатории вирусологии в АО «НЦПП», г. Алматы, Республика Казахстан. Являюсь магистром биологии с 2009 года. На данный момент являюсь PhD докторантом 1 курса обучения в Казахском Национальном медицинском университете имени С.Д. Асфендиярова, по специальности «Технология фармацевтического производства», г. Алматы, Республика Казахстан. Область моих научных интересов включает поиск новых фармакологически активных веществ, последующее изучение их лекарственных свойств, проведение доклинических исследований.

Я, Шилов Сергей Владимирович, работаю в области вирусологии и молекулярной биологии и специализируюсь на молекулярной биологии и молекулярной генетике вирусов. Работаю старшим научным сотрудником лаборатории вирусологии в АО «НЦПП», г. Алматы, Республика Казахстан. Магистр биологии с 2014 года. Область моих научных интересов включает молекулярную биологию и молекулярную генетику вирусов.

Я, Коротецкий Илья Сергеевич, работаю в области вирусологии и молекулярной биологии и специализируюсь на молекулярной биологии и молекулярной генетике вирусов, бактерий, геномной биоинформатики. Занимаю должность заведующего лабораторией вирусологии в АО «НЦПП», г. Алматы, Республика Казахстан. Кандидат биологических наук с 2011 года. Область моих научных интересов включает молекулярную биологию и молекулярную генетику вирусов и бактерий, биоинформатику.

Я, Швидко Сергей Вадимович, работаю в области вирусологии и молекулярной биологии и специализируюсь на молекулярной биологии и молекулярной генетике вирусов и бактерий. Работаю научным сотрудником лаборатории вирусологии в АО «НЦПП», г. Алматы, Республика Казахстан. На данный момент учусь в резидентуре Казахского Национального медицинского университета имени С. Д. Асфендиярова на 3 курсе, специальность «Клиническая лабораторная диагностика», г. Алматы, Республика Казахстан. Область моих научных интересов включает молекулярную биологию и молекулярную генетику вирусов, бактерий.

Я, Иванова Людмила Николаевна, работаю в области вирусологии и клеточной биологии и специализируюсь на вирусологии. Являюсь заместителем заведующего лаборатории вирусологии в АО «НЦПП», г. Алматы, Республика Казахстан. Врач-эпидемиолог с 1998 года. Область моих научных интересов включает вирусологию и клеточную биологию.

**DRUG COMBINATION STUDIES OF RIMANTADINE  
WITH IODINE-CONTAINING DRUGS IN MDCK CELL CULTURE**

**N.V. Zubenko<sup>1,2</sup>, S.V. Shilov<sup>1</sup>, I.S. Korotetskiy<sup>1</sup>, L.N. Ivanova<sup>1</sup>, S.V. Shvidko<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*JSC “Scientific Center for Anti-Infectious Drugs”, Almaty, lab.virus@mail.ru*

<sup>2</sup>*S.D. Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty,  
zubenkonatalie@gmail.com*

The urgency of problems related to the safety of drug interaction is due to the widespread use of combination therapy and a large number of drugs based on fixed combinations of drugs, including over-the-counter drugs that are used without medical supervision [1]. The growing trend of simultaneous administration of several drugs to enhance the therapeutic effect can lead to increased toxic effects not only due to the existing toxicity against target organs for each drug (oto-, nephro-, hepatotoxicity, etc.), but also as a result of a sharp increase in the pharmacological effect or the emergence of new properties [2].

Investigations into effects of toxicological interaction between active preparations composing a combination have a principle importance within the safety assessment of a combined pharmacotherapy [3]. Iodine-containing drugs used in modern medicine as antimicrobial and antiviral agents are individual chemical compounds or complexes (adducts) containing free or bound iodine. Rimantadine has been used for many years as an antiviral agent in the prophylaxis and treatment of influenza. However, the combined effects of iodine-containing drugs with Rimantadine are still unexplored, and that was the aim of this work. In the study used Rimantadine, Povidone-Iodine, Iodinol, Jox, Amizon, Jodbalance and FS-1 developed in JSC «SCAID».

The cytotoxic effects of drugs either alone or in combination were evaluated using the NRU assay in MDCK cells. Based on the obtained data,  $CC_{50}$  was calculated. The most pronounced cytotoxic effect had Jodbalance ( $CC_{50} = 0.029$  mg/ml), and the least pronounced – Amizon ( $CC_{50} = 1.808$  mg/ml). The analysis of drug interactions was carried out according to the method of Chou and Talalay, using CompuSyn 10.1 (Compusyn Inc, Paramus, NJ, USA). Drug interactions were evaluated by combination index (CI). A CI of  $>1$ ,  $1$ , and  $<1$  indicates antagonism, additive effect, and synergism, respectively [4].

The data obtained show that drug combinations Rimantadine/FS-1, Rimantadine/Iodinol, Rimantadine/Povidone-Iodine and Rimantadine/Amizon in the range of doses that provides for individual application of the 50 % effect, exhibit antagonistic properties ( $CI > 1$ ,  $p \leq 0.05$ ), and drug combinations Rimantadine/Jox and Rimantadine/Jodbalance demonstrated a synergism of components ( $CI < 1$ ,  $p \leq 0.05$ ).

Therefore, the investigated iodine-containing drugs (Amizon, Iodinol, Povidone-Iodine, FS-1) in combination with Rimantadine are able to suppress the toxic effects of each other, which significantly expands the range of applicable concentrations of these drugs for their joint use as antiviral agents.

### REFERENCES

1. Subayev R.D. Present-day approaches to the pre-clinical assessment of safety evaluation of a combined action of medicinal products // *Toxicological Review*. – 2010. – No 5. – P. 12–16.
2. Guskova T.A. *Toxicology drugs*. – Moscow: Publishing House «Russian doctor», 2003. – 154 p.
3. Nemkova I.N., Guskova T.A., Syubaev R.D., Engalycheva G.N., Vasiliev A.N. In vitro study on cytotoxic effect of non-steroidal anti-inflammatory agents used in the composition of combined medicinal preparations // *Toxicological Review*. – 2013. – No 5. – P. 13–16.
4. Chou T.C., Talalay P: Quantitative analysis of dose-effect relationships: the combined effects of multiple drugs or enzyme inhibitors. // *Adv. Enzyme Regul.* – 1984. – No 22. – P. 27–55.

### BIOGRAPHY

Zubenko Natalya, my position is senior scientist in virology laboratory, JSC “Scientific Center for Anti-Infectious Drugs”, Almaty, Republic of Kazakhstan. I received my Master's degree in Biology in 2009. At the present time, I am a first year PhD student in S.D. Asfendiyarov Kazakh National Medical University, speciality «Pharmaceutical Production Technology», Almaty, Republic of Kazakhstan. My research interests include the search for new pharmacologically active substances, the subsequent study of their medicinal properties, conducting preclinical studies.

Shilov Sergey, I work in the field of virology, molecular biology and specialize in molecular biology and molecular genetics of viruses. My position is senior scientist in virology laboratory, JSC “Scientific Center for Anti-Infectious Drugs”, Almaty, Republic of Kazakhstan. I received my Master's degree in Biology in 2014. My research interests include molecular biology and molecular genetics of viruses.

Korotetskiy Ilya, I work in the field of virology, molecular biology and specialize in molecular biology, molecular genetics of viruses and bacteria, genome bioinformatics. My position is head of virology laboratory, JSC “Scientific Center for Anti-Infectious Drugs”, Almaty, Republic of Kazakhstan. I received my PhD degree in Biological sciences in 2011. My research interests include molecular biology, molecular genetics of viruses and bacteria, bioinformatics.

Svidko Sergey, I work in the field of virology, molecular biology and specialize in molecular biology and molecular genetics of viruses and bacteria. My position is scientist in virology laboratory, JSC “Scientific Center for Anti-Infectious Drugs”, Almaty, Republic of Kazakhstan. At the present time, I am a third year student in residency in S.D. Asfendiyarov Kazakh National Medical University, speciality «Clinical laboratory diagnostics», Almaty, Republic of Kazakhstan. My research interests include molecular biology, molecular genetics of viruses and bacteria.

Ivanova Lyudmila, I work in the field of virology, cell biology and specialize in virology. My position is deputy of head of virology laboratory, JSC “Scientific Center for Anti-Infectious Drugs”, Almaty, Republic of Kazakhstan. My specialization is Epidemiologists since 1998. My research interests include virology and cell biology.

## ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ НФТМ-ТРИЗ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ВГТУ

В.Х. Ким, М.С. Ким

*Воронежский государственный технический университет,  
г. Воронеж, vyachhkim@yandex.ru, marskim@yandex.ru*

Описан опыт проведения занятий по системе инновационного креативного образования НФТМ-ТРИЗ со студентами строительной специальности в Воронежском государственном техническом университете.

Как известно, современные образовательные стандарты высшего образования для строительных специальностей требуют развития у студентов компетенций, помогающих совершенствовать и развивать свой интеллектуальный потенциал в течение всей жизни, находить нестандартные решения возникающих задач, адаптироваться в новых ситуациях, анализировать свои возможности и получать новый опыт, работать в научном коллективе, порождать новые идеи и т.п. Традиционные методы обучения в ВУЗе направлены, в основном, на получение студентами некой суммы знаний, а не развитие их интеллектуальных и творческих способностей. Восполнить это пробел призвана система непрерывного формирования творческого мышления (НФТМ-ТРИЗ), разработанная под научным руководством доктора пед. наук, профессора Зиновкиной М.М. [1].

В нашем ВУЗе положено начало внедрению этой системы. Группа преподавателей уже подготовлена в Межрегиональном центре инновационных технологий в образовании (МЦИТО) в г. Кирове и в 2017- 2018 учебном году получила первый опыт преподавания по этой системе.

Занятия проводились с группой студентов первого курса строительного факультета ВГТУ. Была использована схема занятия по системе НФТМ-ТРИЗ, разработанная профессором Зиновкиной М.М. [1].

Креативное занятие по системе НФТМ-ТРИЗ имеет четкую структуру, включающую в себя блоки мотивации, решения головоломок, интеллектуальных творческих заданий, содержательную часть, связанную с обучением основным положениям ТРИЗ (теории решения изобретательских задач), а также блоки психологической разгрузки и обратной связи (отклик студентов).

Рассмотрим, как реализуется эта система на конкретном занятии на строительном факультете ВГТУ.

**Блок 1 (мотивация)** представляет собой специально отобранную систему оригинальных объектов-сюрпризов, способных вызвать удивление студента. Этот блок обеспечивает мотивацию студента к занятиям и развивает его любознательность. В этом блоке, обычно, студентам предлагалось по фото или видео необычных предметов догадаться, для чего они предназначены.

**Блоки 2 и 6 (содержательная часть)** содержат программный материал учебного курса и обеспечивают формирование системного мышления и развитие творческих способностей.

**Блок 3 (психологическая разгрузка)** представляет собой систему заданий психологической разгрузки. Для этого студенты обучались упражнениям по гармонизации развития полушарий головного мозга.

**Блок 4 (головоломка)** представляет собой систему усложняющихся головоломок, воплощенных в реальные объекты, в конструкции которых реализована оригинальная, остроумная идея. Для этого использовалась игра Танграм, позволяющая собирать из простых геометрических фигур сложные сюжетные конструкции, продвигаясь от относительно простых к все более и более сложным.

**Блок 5 (интеллектуальная разминка)** представляет систему усложняющихся заданий, направленных на развитие мотивации, дивергентного и логического мышления и творческих способностей студентов. В этом блоке студентам предлагались для решения логические задачи, позволяющие развивать их умение размышлять.

**Блок 7 (резюме)** обеспечивает обратную связь со студентами на занятии и предусматривает качественную и эмоциональную оценку студентов самого занятия. По итогам обратной связи корректировались отдельные части занятия.

В конце курса студентам были даны задания на практическое применение изученного материала.

Рассмотрим пример преподавания содержательной части курса

Предложена задача: требуется найти простой способ устройства сваи в сильносжимаемых грунтах с большим негативным трением без потери несущей способности сваи по грунту.

При устройстве фундаментов на сильно сжимаемых грунтах необходимо, как правило, использовать конструкции свайных фундаментов. Однако, когда в пределах длины сваи имеется слой сильно сжимаемого грунта, возникает отрицательно направленное (негативное) трение, возникающее, когда верхние слабые слои грунта дают значительную осадку из-за своей сжимаемости. Негативное трение возникает на боковой поверхности сваи и уменьшает несущую способность ее до критического значения.

1. Проведем анализ задачи, используя методику НФТМ-ТРИЗ.

Сформулируем **административное противоречие (АП):**

- Необходимо устроить мощный свайный фундамент в грунте с большим негативным трением, но неизвестно, как это сделать.

Углубим противоречие через определение конфликтующей пары изделия и инструмента. Для данной задачи это конструкция сваи и негативное трение около сваи в сильносжимаемом грунте. Изделием здесь является конструкция сваи, а инструментом - негативное трение.

Усилим конфликт и сформулируем модель задачи в виде **технического противоречия (ТП)**

• Если применить сваи, то задача решается, но негативное трение околосвайного сильносжимаемого грунта не позволяет этого сделать.

2. Проведем анализ модели задачи.

Определим **оперативную зону**. В простейшем случае оперативная зона - это пространство, в пределах которого возникает конфликт, указанный в модели задачи. В нашем случае **оперативной зоной изделия** будет пространство, занимаемое боковой поверхностью конструкции сваи. Оперативное время - время строительства и эксплуатации свай.

Определим теперь **вещественно-полевые ресурсы (ВПР)** рассматриваемой системы, внешней среды и изделия.

Построим **веполь**. **Веполь** – минимально управляемая техническая система, состоящая из двух взаимодействующих объектов и энергии их взаимодействия. Взаимодействующие объекты условно названы **веществами** и обозначаются **V<sub>1</sub>** и **V<sub>2</sub>**, а энергия взаимодействия **полем** и обозначается **П**.

Термин **ВеПоле** произошел от слов «Вещество» и «Поле». У нас **V<sub>1</sub>** – боковая поверхность конструкции сваи (изделие), **V<sub>2</sub>** – негативное трение околосвайного сильносжимаемого грунта (инструмент, "обрабатывающий" изделие **V<sub>1</sub>**), а **П** – гравитационное поле. Веполь изображается схемой на рис. 1.

3. Определим идеальный **конечный результат (ИКР)** и **физическое противоречие (ФП)**

Для нашего случая **идеальный конечный результат (ИКР)** таков: конструкция сваи САМА устраняет негативное трение околосвайного сильносжимаемого грунта.

Анализ формулировки ИКР позволяет перейти к формулировке физического противоречия (ФП).

Сформулируем **физическое противоречие (ФП)** для нашей задачи: свая должна быть, потому что, она решает проблему, и сваи не должно быть, потому что возникает негативное трение грунта.

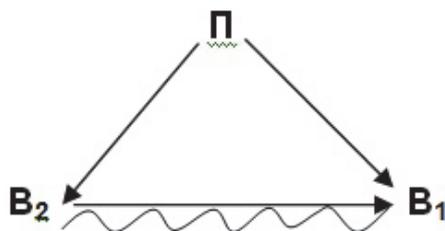


Рис. 1. Веполь

4. Определим **решение задачи (РЗ)**.

Решение состоит в разрешении физического противоречия.

Воспользуемся с типовыми приемами устранения физического противоречия, предложенными Альтшулером Г.С. в информационном фонде [2].

Во-первых, используем правило № 3 разрушения веполя, которое говорит, что необходимо разрушить ненужный или вредный веполю с помощью введения постороннего вещества  $V_3$  (рис. 2).

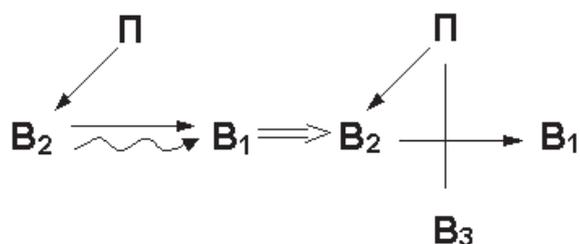


Рис. 2. Разрушение вредного веполя

Во-вторых, используем некий  $X$ -элемент, который возьмет на себя функции элемента  $V_3$ .

В-третьих, используем таблицу Альтшуллера Г.С. Нам может помочь следующий набор типовых приемов для разрешения технических противоречий [3, 4]: прием № 1 – принцип дробления; прием № 2 – принцип вынесения; прием № 7 – принцип "матрешки"; прием № 15 – принцип динамичности; прием № 22 – принцип обратить вред в пользу; прием № 24 – принцип "посредника"; прием № 25 – принцип самообслуживание.

Анализ вышеприведенных приемов приводит к решению в виде конструкции (рис. 3), предложенной профессором Шадунцем К.Ш. Он предложил интересное решение, соответствующее правилам ТРИЗ: заключить забиваемую сваю в трубу.

Можно видеть, что негативное трение околоосвайного грунта полностью воспринимается трубой (посредником) и совершенно не передается на боковую поверхность конструкции призматической забивной сваи. Труба под действием негативного трения околоосвайного сильносжимаемого грунта, контактирующего с ней, скользит свободно по ребрам сваи, не оказывая никакого влияния на потерю несущей способности сваи. Экономичное решение, которое несложно выполнить на любой строительной площадке.

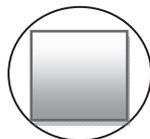


Рис. 3. Решение задачи - свая, заключенная в трубе

Опыт преподавания [5, 6] показал, что студенты хорошо воспринимают предложенную методику обучения и проявляют творческую активность на занятиях НФТМ-ТРИЗ (рис. 4)



Рис. 4. Студенты ВГТУ на занятиях по НФТМ-ТРИЗ

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Зиновкина М.М. НФТМ-ТРИЗ: креативное образование XXI века. Теория и практика. Монография. (С грифом УМО по профессионально-педагогическому образованию). – М.: МГИУ, 2008. – 306 с.
2. Альтшуллер Г.С., Селюцкий А.Б. Крылья для Икара: Как решать изобретательские задачи. – Петрозаводск: Карелия, 1980. – 224 с.
3. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. Теория решения изобретательских задач. – М.: Сов. радио, 1979. – 184 с.
4. Петров В., Злотина Э. Структурный вещественно-полевой анализ. – Тель-Авив, 2002. – 74 с.
5. Ким М.С. Структура креативного занятия по развитию творческой личности студентов строительного профиля с использованием педагогической системы НФТМ-ТРИЗ. Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2017. – Т. 16. – URL: <http://ekconcept.ru/2017/670055.htm>. РИНЦ
6. Ким М.С., Ким В.Х. Применение методов научного творчества в обучении студентов строительных специальностей. XVII Международная конференция по науке и технологиям Россия–Корея–СНГ, Южно-Сахалинск, 15-17 июня 2017 г. // Материалы конференции. – Южно-Сахалинск, 2017. – С. 99–106. РИНЦ.

#### БИОГРАФИЯ

Мы, Ким Вячеслав Хакченович и Ким Марина Семеновна, работаем в области высшего образования и специализируемся на преподавании дисциплин «Механика грунтов», «Основания и фундаменты» и других, связанных и ними, студентам и магистрантам строительных специальностей. Работаем доцентами кафедры Строительных конструкций, оснований и фундаментов имени профессора Борисова Ю.М. Воронежского государственного технического университета. Кандидаты технических наук с

1989 года. Область наших научных интересов, кроме профессиональных, включает использование инновационных методик при обучении студентов и магистрантов, в том числе, внедрение непрерывного креативного образования по системе НФТМ-ТРИЗ в нашем ВУЗе.

## EXPERIENCE OF APPLICATION OF NFTM-TRIZ SYSTEM IN EDUCATIONAL PROCESS OF THE VSTU

**V.H. Kim, M.S. Kim**

*Voronezh State University of Technical (VSTU)  
Voronezh, Russia, vyachhkim@yandex.ru, marskim@yandex.ru*

The article describes the experience of conducting classes on the system of innovative creative education of NFTM-TRIZ with students of construction specialty in the Voronezh State Technical University.

Classes were conducted with a group of first-year students of the construction faculty of the VSTU. The scheme of employment on the system of NFTM-TRIZ, developed by Professor MM Zinovkina, was used. [1]. The lesson consists of several blocks.

Consider how this system is implemented in a particular lesson.

Block 1 – motivation. In this block, students were invited to guess by the photo or video of unusual objects what they are meant for.

Blocks 2 and 6 are the content part. They contain the program material of the training course and provide the formation of systemic thinking and the development of creative abilities.

Block 3 – psychological unloading. For psychological relief, students learned the exercises for harmonizing the development of the cerebral hemispheres.

Block 4 is a puzzle. The game Tangram was used to collect complex constructions from simple geometric figures.

Block 5 – intellectual warm-up. In this block, students were asked to solve logical problems for the development of the ability to reflect.

Block 7 – summary. This is feedback from students after class. It allows students to receive a qualitative and emotional assessment of the class. As a result of the feedback, the individual parts of the lesson were adjusted.

At the end of the course, students were given assignments for the practical application of the material studied.

In the substantive part of the course, the problem is considered: it is required to find a simple method for constructing piles in highly compressible soils with a large negative friction without loss of bearing capacity of the pile. A detailed analysis of the problem on the methodology of NFTM-TRIZ is given. The existing contradictions are identified, the way of their resolution is indicated. The solution obtained with the help of TRIZ tools was proposed.

The experience of teaching [5,6] showed that students are well aware of the proposed teaching methodology and show creative activity in the classes of NFTM-TRIZ.

#### **BIOGRAPHY**

VYACHESLAV KIM. I work in the field of Engineering focusing on the processes in soil mechanics and foundations of building. I'm with (affiliation) Voronezh State University of Technical (VSTU) since 2012. My position is Associate Professor (Assoc. Prof.) professor of department Faculty of Civil Engineering. I received my PhD in Engineering sciences degree in (affiliation), (city), (country) in Moscow, Russia. My research interests include soil mechanics and foundations of building and the system of innovative creative education of NFTM-TRIZ.

MARINA KIM. I work in the field of Engineering focusing on the processes in soil mechanics and foundations of building. I'm with (affiliation) Voronezh State University of Technical (VSTU) since 1994. My position is Associate Professor (Assoc. Prof.) professor of department Faculty of Civil Engineering. I received my PhD in Engineering sciences degree in (affiliation), (city), (country) in Moscow, Russia. My research interests include soil mechanics and foundations of building and the system of innovative creative education of NFTM-TRIZ.

### **ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА В РОССИИ: РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗВИТИЯ И АКЦЕНТЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ**

**Ен Сун Ким**

*АНОО ВО «Сахалинский гуманитарно-технологический институт»,  
kim.sofja2011@yandex.ru*

Проведен анализ состояния цифровой экономики России, определены акценты принятой госпрограммы по развитию цифровой экономики, сделаны выводы по вероятности достижения сингулярной точки.

#### **Введение**

Уровень и динамика современного развития ИТ обеспечивают реализацию производства конкретного единичного продукта под заказ конкретного потребителя, а не под воздействием статистического фактора рынка потребления. Ценностью такого технологического прогресса становится не техническое устройство, а качество его функциональности – программы. В итоге, развитие ИТ может привести как к неустойчивости экономической системы вследствие приближения по времени акта производства и акта потребления, так и к созданию новой формы согласования производства и потребления, т.е. к переходному состоянию, называемой экономической

сингулярностью. [6, с. 7–37] Она требует пересмотра прежних стратегий управления. Удачный выбор стратегий управления может привести к эффекту конвергенции для экономик, что доказано примером экономического прорыва прежде отстававших стран. Главным условием является согласованность госрегулирования и частных инициатив при оперативном управлении системами массивов взаимосвязанных производственных и обслуживающих кластеров информационной сети. В итоге, цифровая экономика как форма объединения активностей по регулированию, продуцированию электронных алгоритмов управления данными и процессами приведет к размыванию границ между управляющей и управляемой системами. [7, с. 21–24] Без этого маятник экономической сингулярности качнется в сторону абсолютного кризиса. В 2017 г. в ранг прорывных концепций была возведена программа развития цифровой экономики Правительства РФ. Каков уровень российской цифровой экономики и способна ли принятая программа обеспечить экономическую сингулярность и конвергенцию, необходимую для страны, находящейся уже достаточное время под санкционным прессом?

#### Результаты развития цифровой экономики в РФ

Доля цифровой экономики в ВВП России составляла в 2010 г. 1,9%, а в 2016 г. – 2,8%. Для сравнения в Великобритании она составляла 8,3% и 12,4% соответственно. В этот сегмент включаются результаты деятельности предприятий производства, распределения, обмена и потребления с использованием цифровых технологий: интернет вещей (IoT), больших данных (big data), мобильных устройств и дивайсов.[5] Но в России наибольших успехов в признании рынка добились компании только двух цифровых профилей: информационных технологий и телекоммуникаций.

По итогам 2017 г. фиксируются растущие тренды капитализации компаний информационных технологий (Яндекс и Mail. Ru Group) и телекоммуникационной компании МТС.

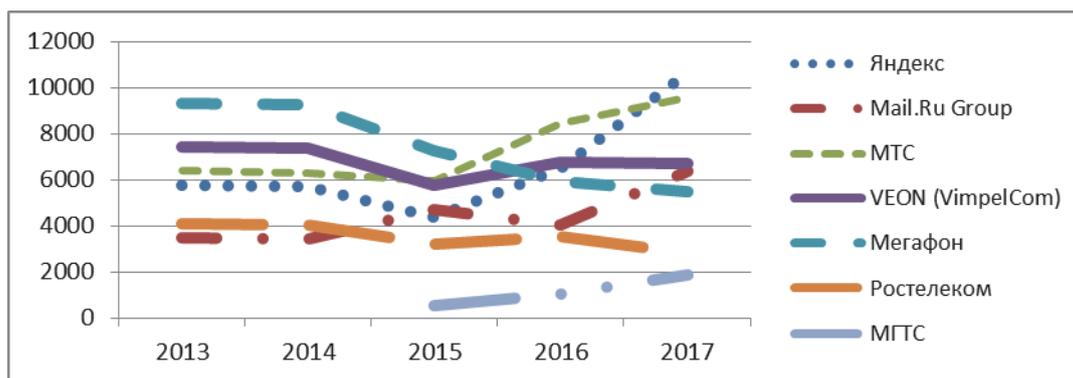


Рис. 1. Динамика капитализации компаний цифрового сектора России за 2013–2017 гг. по данным 100-ТОП компаний РИА-рейтинга [2]

А остальные компании испытывают снижение рыночной стоимости. По-прежнему в рейтинге отсутствуют компании электронной промышленности – инновационной основы цифровой экономики, которые выпускали бы микрочипы, компьютеры, телекоммуникационные устройства, электронику бытового назначения. Их отсутствие влечет за собой зависимость от иностранных поставщиков не только электронной продукции, но и услуг. По статистике ОЭСР рост мировой торговли продуктами цифровой экономики на 4% мультиплицирует рост торговли услугами на 30% (более чем в 7 раз). [4] За период 2005–2015 гг. в России наблюдается снижение доли добавленной стоимости, произведенной за счет роботизированного производства и переход страны в аутсайдеры даже среди стран БРИКС [4, р. 36] (рис. 2).

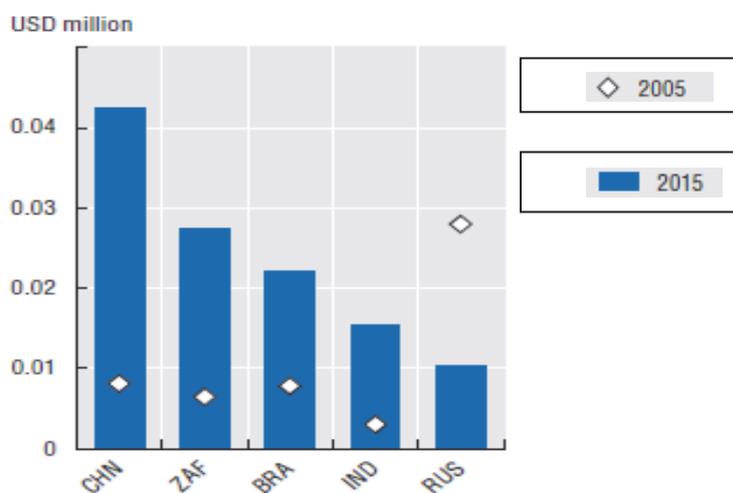


Рис. 2. Доля роботизированного производства в добавленной стоимости стран БРИКС за 2005–2015 гг.

Доля продукции, связанной с ИКТ в ВВП РФ в относительно благополучном 2011, составлял чуть больше 5%. Производство компьютеров, электронной и оптической продукции составляет менее 1%. (рис. 3)

Важной составляющей цифровой экономики является формирование больших данных – big data. В России оно сконцентрировано в государственных институтах в лице Аналитического центра при Правительстве РФ и ведомственных Аналитических центров. С 2013 года деятельность Аналитического центра отмечается в ежегодном рейтинге Global Go To Think Tank (Университет Пенсильвании, США) среди лучших в Центральной и Восточной Европе, а также среди лучших мировых «фабрик мысли», занимающихся вопросами социальной политики (Top Social Policy Think Tanks), перспективных (Think Tanks to Watch) и государственных «фабрик мысли» (Best Government Affiliated Think Tanks). [1] Главное назначение ведомственных Аналитических центров - формирование отраслевых баз данных, предназначенных, в основ-

ном, для аудита качества данных, полученных из разных источников, и отслеживания исполнения госпрограмм.

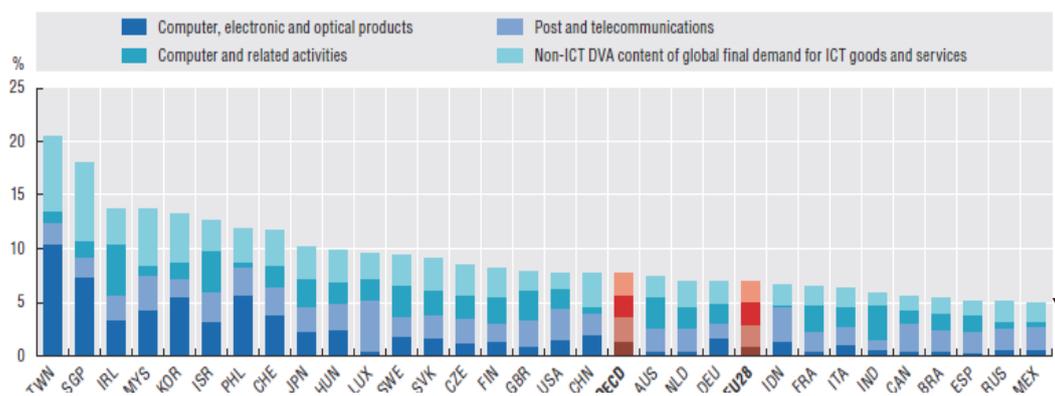


Рис. 3. Доли продукции, связанной с ИКТ в ВВП по странам ОЭСР в 2011 г.

Сфера е-коммерции, являющаяся сегодня одной из трех базовых составляющих цифровой экономики и динамично развивающаяся в странах третьего мира и отражающая уровень свободы виртуальной торговли, в России претерпевает в последние 3 года отрицательные изменения (рис. 4).

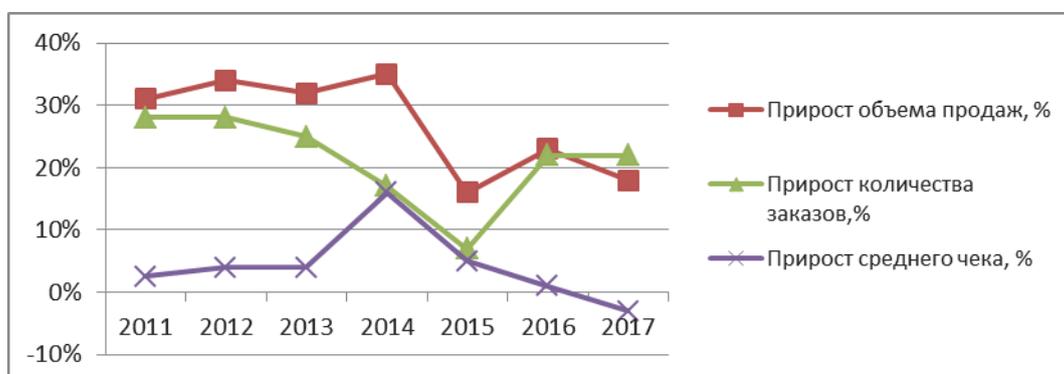


Рис. 4. Прирост оборота, количества заказов и среднего чека отечественной интернет-торговли за 2011–2017 гг. в России, % [3]

Наблюдается замедление роста объема продаж. Стабилизация 2016–2017 гг. была достигнута за счет малобюджетности покупок из-за снижения доходов населения. Прирост стоимости среднего чека становится в 2017 г. отрицательным. Но объем приграничной интернет-торговли растет. В 2015 г. 34% интернет-заказов россиян были сделаны у зарубежных ритейлеров. В денежном выражении доля трансграничной торговли составляет 20%. Иностранные интернет-магазины предлагают продукцию по

более низким ценам, т.к. они не платят ввозные пошлины и НДС, не выполняют гарантийные обязательства и не сертифицируют товары.

### **Акценты государственного регулирования цифровой экономики**

Госпрограмма «Цифровая экономика» принята в соответствии с Указом Президента от 9 мая 2017 г. № 203 "О Стратегии развития информационного общества в РФ на 2017 - 2030 годы". Программа сфокусирована на развитие:

- ключевых институтов развития цифровой экономики (нормативное регулирование, кадры и образование, формирование исследовательских компетенций и технологических заделов);
- основных инфраструктурных элементов цифровой экономики (информационная инфраструктура, информационная безопасность).

Но при этом из 69 только по 9 задачам программы запланированы мероприятия по ресурсообеспечению.

1. Обеспечение защиты прав, свобод и законных интересов личности в условиях цифровой экономики, правового режима и технических инструментов функционирования сервисов и использования данных, устойчивости и безопасности функционирования ИС и технологий, технологическую независимости и безопасности функционирования аппаратных средств и инфраструктуры обработки данных, управляемости и надежности функционирования российского сегмента "Интернет", защиты прав и законных интересов бизнеса в условиях цифровой экономики, участия России в подготовке и реализации международных документов по вопросам информационной безопасности

2. Создание технических инструментов, обеспечивающие безопасное информационное взаимодействие граждан в условиях цифровой экономики, эффективных механизмов государственного регулирования и поддержки в области информационной безопасности при интеграции национальной цифровой экономики в международную экономику

### **Заключение**

Таким образом, в ближайшие три года цифровую экономику России ждет гарантированная государственная монополизация права установления алгоритмов обработки данных и технических средств, стандартов использования баз данных, обеспечение управляемости и надежности российского сегмента «Интернет», принуждение использования российских цифровых платформ и т.д. На фоне размытости других мероприятий программы и снижения экономической активности агентов цифрового рынка такие перспективы отдалают сингулярную точку развития. И первыми на это отреагировали большая часть телекоммуникационных компаний из ТОП-100.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. <http://ac.gov.ru/about/> Дата обращения: 12.06.2018
2. <http://riarating.ru/> Дата обращения: 12.06.2018

3. <http://www.datainsight.ru/> Дата обращения: 12.06.2018
4. OECD (2017), OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2017: The digital transformation, OECD Publishing, Paris. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264268821-en> Дата обращения: 15.06.2018
5. Семячков К.А. Цифровая экономика и ее роль в управлении современными социально-экономическими отношениями // Современные технологии управления. ISSN2226-9339. – № 8 (80). Номер статьи: 8001. Дата публикации: 2017-08-28. Режим доступа: <https://sovman.ru/article/8001/> Дата обращения: 12.06.2018
6. Фрумкин К.Г. Сингулярность. Образы "постчеловечества". – М.: Алгоритм, 2016. – 320 с.
7. Шестаков Р.Б. От геоэкономики до сингулярности: “сумеречная зона” управления социально-экономическими системами / Р.Б. Шестаков // Экономические науки. – 2015. – № 5 (126). – С. 21–24.

### **БИОГРАФИЯ**

Я, Ким Ен Сун, работаю в области высшего образования и специализируюсь на экономике. Работаю проректором по международной и инновационной деятельности АНОО ВО СахГТИ г. Южно-Сахалинск. Кандидат экономических наук с 2004 года. Область моих научных интересов включает финансы, логистика, цифровая экономика, региональная экономика

### **THE DIGITAL ECONOMY IN RUSSIA: DEVELOPMENT OUTCOMES AND THE EMPHASIS OF STATE REGULATION**

**Yen Soon Kim**

*Sakhalin Institute of Humanitarian and Technology Sciences  
Sakhalin, kim.sofja2011@yandex.ru*

The state of the digital economy of Russia is analyzed. The emphasis of the state program for the development of the digital economy is defined. The conclusion about the probability of reaching a singular point in Russia is made.

#### **Introduction**

Statistics of the consumption market ceases to be as a factor of production in the conditions of modern IT. Production begins to work only if there is an order of a particular consumer. In that technological progress, the main thing is not a technical device, and the main thing are programs. On the one hand, the development of IT can lead to the instability of the economic system due to the reduction of the difference between the time of production and the time of consumption. On the other hand, this may lead to a new form of harmonization between production and consumption. This transitional state is called economic singularity [6, p. 7–37]. Singularity can be the starting point of convergence for the economy. The main condition for the breakthrough is the consistency of state regulation

and private initiatives. As a result, the digital economy will lead to the blurring of the boundaries between the control system and the controlled system [7, p. 21–24]. If this does not happen, the pendulum of economic singularity will swing towards an absolute crisis. What is the state of the Russian digital economy? Can the state regulation develop the economic singularity and convergence?

### **Results of the digital economy in Russia**

The share of the digital economy in Russia's GDP was in 2010 1.9%, and in 2016 – 2.8%. In Russia, only two digital profiles achieved the highest capitalization: information technologies and telecommunications. Growing trends in capitalization have the companies: Yandex, Mail. Ru Group and MTS. And the rest of the companies are experiencing a decline of market value. There are not electronic industry companies in the TOP-100 ranking. According to OECD statistics, the growth of world trade in digital economy products by 4% multiplies the growth of trade in services by 30% (more than 7 times). [4] During the period 2005-2015 in Russia there is a decrease in the share of robotic production in value added. Also the country has become an outsider even among the BRICS countries [4, p. 36].

В России big data имеет место быть только в государственных институтах.

In Russia, big data takes place only in state institutions.

The e-Commerce sector in Russia has been experiencing negative changes in the last 3 years. There is a slowdown in sales growth. In 2017, the increase in the cost of the average check becomes negative. At the same time, the volume of cross – border Internet trade is growing. In 2015, 34% of Russian online orders were made to foreign retailers.

### **Emphasis of state regulation of the digital economy**

The state program "Digital economy" has two main areas of regulation:

- Creation of key institutions for the development of the digital economy
- Creation of basic infrastructure elements for the digital economy

At the same time, guaranteed financial support has been provided for measures to strengthen information security, manageability and reliability of the Russian Internet segment.

### **Conclusion**

The fall in economic activity of agents in the digital economy and the dominance of the state as a control system in the digital economy make the prospects of reaching a singular point of development unrealizable.

### **REFERENCES**

1. <http://ac.gov.ru/about/> Date of circulation: 2018/06/12
2. <http://riarating.ru/> Date of circulation: 2018/06/12
3. <http://www.datainsight.ru/> Date of circulation: 2018/06/12
4. OECD (2017), OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2017: The digital transformation, OECD Publishing, Paris. Access mode: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264268821-en> Date of circulation: 2018/06/15

5. Semyachkov K.A. Tsifrovaya ekonomika i yeye rol v upravlenii sovremennymi sotsialno-ekonomicheskimi otnosheniyami// Sovremennyye tekhnologii upravleniya. ISSN2226-9339. – №8 (80). 2017. Access mode: <https://sovman.ru/article/8001/> Date of circulation: 2018/06/12
6. Frumkin K.G. Singulyarnost. Obrazy "postchelovechestva". – М.: Algoritm.2016. – 320 p.
7. Shestakov R.B. Ot geoekonomiki do singulyarnosti: "sumerechnaya zona" upravleniya sotsialno-ekonomicheskimi sistemami / R.B. Shestakov // Ekonomicheskiye nauki. – 2015. – № 5 (126). – P. 21–24.

### **BIOGRAPHY**

I work in the field of higher education focusing on the processes in international cooperation and innovation of SIGTS. I'm with (affiliation) since 1996. My position is vice-rector of department international and innovation activities. I received my PhD degree in Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Baikal State University of Economics and Law, Irkutsk, Russia in 2004. My research interests include finance, logistic, digital economy, regional economy

### **ОБ УЧАСТИИ КОРЕЙЦЕВ В РАЗВИТИИ СОВЕТСКОГО РИСОВОДСТВА**

**И.А. Ким**

*Независимый исследователь, Волгоград,  
ilgiza@mail.ru*

Описано участие советских корейцев в становлении и развитии рисоводческой отрасли сельского хозяйства в южных регионах РСФСР, дополненное личными воспоминаниями корейцев-рисоводов из Калмыкии.

Успешное развитие рисоводства в СССР было напрямую обусловлено усилиями корейцев, для которых рисосеяние было традиционным видом земледелия. Идея развития рисоводства возникла в результате поиска советским правительством возможностей замены на внутреннем рынке дорогого импортного риса собственным, доступным по цене и не уступающим в качестве. Основная масса бывших приморских советских корейцев после депортации проживала в республиках Средней Азии, откуда их стали массово приглашать в южные регионы РСФСР и в Украинскую ССР для решения задач ЦК КПСС и Совета Министров СССР по развитию рисоводства.

В 1926 г. корейцы выращивали рис на Украине в разливах рек Южный Буг, Днестр, Ингулец и Днепр. В Краснодарском крае взялись за освоение рисовой отрасли в кон. 1920 – нач. 1930 гг. Рождение рисоводства на Кубани началось с осушения плавней строительной организацией «Плавстрой» и Азово-Черноморским союзрисотрестом, тогда же возникли первые рисосеющие колхозы «Тиховский», «Черкесский» и «Красноармейский». Для разработки актуальных проблем рисоводства в декабре

1931 г. в Краснодаре был организован Всесоюзный Научно-исследовательский институт (НИИ) рисового хозяйства, с 1966 г. Всесоюзный (с 1991 года – Всероссийский) НИИ риса. В начале 1941 г. рисовые поля занимали более 12 тысяч гектаров недавних кубанских плавней. В 1937 г. в крае было собрано 37 тысяч тонн риса. В 1967 году в Краснодаре было создано Главное управление по водохозяйственному строительству и строительству рисовых совхозов – Главкубаньрисстрой, объединявший 5 трестов с 30 тыс. гидростроителей [1].

Участью в развитии кубанского и северо-кавказского рисоводства корейцев-рисоводов, чьи судьбы зачастую складывались трагическим образом, посвящено исследование Ж. Сон: «В 1930-е годы группы корейского населения появляются на территории Краснодарского, Ставропольского краев, в Дагестанской АССР, Чечено-Ингушской АССР. ...Первый корейский колхоз им. Димитрова в количестве 100 семей был организован в 1933 году в станице Ивановская Краснодарского края. В 1935-1936 гг. корейские сельхозартели появились в Ставропольском крае в станице Советская (Новопавловск), в Чечено-Ингушской АССР – Гудермес, в Дагестанской АССР – Кизляр. По рассказам очевидцев интересен следующий факт: председателями этих колхозов назначались китайцы-коммунисты, а членами колхозов были корейцы» [2].

Начало активной фазы развития ставропольского рисоводства относится к 1951 г. Поскольку в среднеазиатских республиках корейцы имели опыт успешного рисосеяния, Ставропольский краевой комитет партии попросил переселенческое управление при Совете министров РСФСР содействия в использовании агрономических знаний и технических навыков корейцев: «Предложить корейцам поселиться на территории Ставропольского края, с учетом их профессиональных способностей и зарекомендовавших себя как опытные возделыватели мало известной местным колхозникам культуры риса» [3]. Тогда же, в 1951-1953 гг. началось массовое переселение корейцев на новые орошаемые земли в Ростовской области, о чем регулярно печатались сообщения в областной газете «Молот» и местных районных газетах, описывавших новую для Дона сельскохозяйственную культуру.

По воспоминаниям М.Е. Муна, в кон. 1950-х гг. корейцы возделывали рис на Северном Кавказе: «В Дагестане к тому времени было много корейцев, которые сажали рис на землях Кизилюртовского, Хасавюртовского, Кизлярского, Бабаюртовского, Тарумовского районов. Энергичные, предприимчивые корейцы собирались в бригады, потом заключали договор с каким-нибудь хозяйством, по которому часть урожая они получали в свое пользование. Это было выгодно всем. Колхозы и совхозы получали хорошие урожаи и на трудодни выдавали своим работникам рис, руководители получали ордена и медали...» [4].

Первые опытные рисовые чеки в Калмыкии были разбиты на 15 га совхоза «Красносельский» Малодербетовского района. Результаты, полученные на этих опытных полях, обсуждали специалисты из Москвы и южных регионов (Новочеркаска, Ростова-на-Дону, Краснодара, Ставрополя) [5]. Затем было принято решение о начале самого северного рисосеяния в Калмыцкой АССР. В марте 1966 г. по инициативе первого секретаря краевого комитета КПСС республики Б.Б. Городовикова, в соответ-

ствии с постановлением Совета Министров РСФСР № 153 от 12. 02. 1966 г., с приказом министерства сельского хозяйства РСФСР от 28. 02. 1966 г., с приказом министерства сельского хозяйства Калмыцкой АССР от 15. 03. 1966 г., на базе угодий с/за «Красносельский» Малодербетовского района был организован рисосовхоз «Восход». Затем были созданы совхоз «Красносельский» Малодербетовского района («Восход»), «Калмыцкий» (1970 г.), «50 лет Октября» (1975 г.).

В постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О мерах по дальнейшему развитию рисосеяния и кормопроизводства в Сарпинской низменности Калмыцкой АССР» от 6 мая 1977 г. было запланировано доведение площадей орошаемых земель до 125 тыс. гектаров, в том числе для развития рисосеяния до 90 тыс. гектаров». Совету Министров РСФСР было поручено предусмотреть в народнохозяйственных планах переселение семей в совхозы Сарпинской низменности. В августе 1977 г. был создан Октябрьский район, в состав которого вошли все рисоводческие хозяйства. Постановлением секретариата ЦК ВЛКСМ от 14.10 1977 г. строительство оросительных систем в Сарпинской низменности было включено в число Всесоюзных ударных комсомольских строек [6].

Сейчас специалисты рисоводы находятся в почтенном возрасте, воспоминания стираются из их памяти, документы утрачиваются, и эта очень важная тема участия советских корейцев в становлении отечественной рисоводческой отрасли может затеряться в бурных событиях нового времени. Автору довелось побеседовать с двумя уважаемыми пожилыми корейцами, чьи имена неразрывно связаны с историей корейского рисоводства в Калмыцкой АССР. Имена Гелия Константиновича Кима и Бориса Григорьевича Тяна произносятся в Республике Калмыкия с огромным почтением, истории их жизни достойны подражания, но сколько замечательных судеб остаются неизвестными. Здесь приводятся выдержки из нашего интервью с Гелием Константиновичем и Борисом Григорьевичем. Автор надеется на привлечение исследовательского внимания к теме вклада советских и российских корейцев в экономическое развитие страны.

Ким Г.К.: «В 1976 году министерством водного хозяйства и мелиорации руководил очень уважаемый нами министр Алексеевский Евгений Евгеньевич. Он вызвал меня в Москву и предложил поехать работать в Калмыкию. А я понятия не имел, где находится эта Калмыкия, думал, что где-то на севере или ближе к Уралу. Мне сказали, что Калмыкия граничит со Ставропольским краем. Вот меня судьба и закинула сюда, в Калмыкию. Меня очень тепло принял секретарь обкома партии Калмыкии Городовиков. Алексеевский Е.Е. меня сюда направлял, потому что я занимался в Казахстане строительством рисовых оросительных систем. А Городовиков обсуждал с Алексеевским идею о строительстве оросительной системы в Сарпинской низменности Калмыкии на 100 тыс. га. В министерстве знали, что в Казахстане есть Ким Гелий, который занимается этими вопросами, вот его и надо позвать сюда. На самом деле освоение уже началось до моего приезда, там уже существовал совхоз «Восход». Конечно, задача была грандиозная. Городовиков дал поручение, чтобы я вместе с работниками областного комитета партии подготовил проект постановления ЦК КПСС и

Правительства СССР. Я почти два месяца просидел в Москве и готовил постановление по освоению Сарпинской низменности, и оно вышло уже в мае 1977 года.

Для того чтобы освоить такой массив, мы должны были построить за 10 лет 100 тыс. га рисовых оросительных систем. Конечно, задача грандиозная, здесь такого количества рабочей силы нет, в голой степи. Но не получилось у нас... Мы всего до перестройки успели освоить 16 тыс. га рисовых оросительных систем в Октябрьском районе. Была объявлена всесоюзная комсомольская стройка, я ездил на Украину в Киев, в Днепропетровск, оттуда должны были прислать комсомольцев. Но это только на бумаге комсомольцы – добровольцы. На месте республиканские (украинские) комсомольские организации не занимались этим вопросом. Мы сами ездили туда и занимались агитацией и организацией набора комсомольцев. У них не было на это интереса – отправлять куда-то свои трудовые ресурсы. Вот такая была ситуация. Я был начальником управления, потом это стало объединением, которым руководил очень опытный строитель. Затем я стал начальником объединения и проработал до позапрошлого года (2015 г.).

Перед нами была поставлена задача – заменить импортный рис. Этим занимались в Ростовской области, Ставропольском, Краснодарском краях, Астраханской области. Калмыкия – самый северный район России, где еще можно выращивать рис, но и здесь не хватает солнца и тепла.

На стройке работать не так просто, особенно в те времена. Не знаю почему, но тогда строительного материала было не достать. Мы каждый гвоздь считали. Я каждый день выходил на работу с 7 утра, хотя рабочий день официально начинался в 9 часов. По государственной линии связи я проводил селекторные совещания, по 30-40 минут. И все время обсуждали одни и те же вопросы: не хватает досок, гвоздей, цемента, того, другого... и где это взять? И все селекторные совещания на эту тему. Обсуждали каждое невыполненное задание, транспортные перевозки. Каждый день одни проблемы, одни проблемы. Селекторные совещания проводили не только в рабочие дни. И по субботам. Жены на меня сильно ругались. Работа заканчивалась не раньше 10 вечера. В воскресенье работал без обеда – и домой пораньше возвращался, часиков в 8-9. Практически рисоводство делали корейцы: бригадиры и рабочие все были корейцы. Сейчас калмыки начали заниматься рисом, а раньше они не занимались. Все три директора рисосовхозов были корейцами. Пак, Алексей Ли, Нам Василий Павлович, Павел Алексеевич. Пак Чун Виталий был последний директора совхоза, он стал директором четвертого совхоза «Джангар». А потом всё развалилось и освоение Сарпинской низменности закончилось в 1990 году.

За строительство Чардаринского водохранилища меня наградили Почетной грамотой Президиума Верховного совета Казахской ССР. Награжден орденом «Знак Почета», орденом «Трудового Красного Знамени». За работу в Калмыкии я получил звание Заслуженного мелиоратора РФ и звание Почетного гражданина Республики Калмыкия. Был депутатом Верховного совета Калмыкии и депутатом городского совета Элисты. В Казахстане был депутатом областного совета Чимкентской области и членом бюро обкома партии».

Тян Б. Г.: «Из Узбекистана в Элисту я приехал вместе с родственниками и поступил работать на кафедру истории КПСС Калмыцкого государственного университета. На кафедре я работал около семи лет. В 1977 году образовался Октябрьский район по рисосеянию. Секретарь обкома партии Городовиков отправил меня в корейский Октябрьский район, потому что я имел опыт партийной работы в Узбекистане. Городовиков сказал, что вы подходите нам, тем более здесь много корейцев, и я стал секретарем районного комитета по идеологической работе. Когда я отработал свой срок в райкоме, меня взяли в обком партии в Элисту, в отдел пропаганды, где я работал до пенсии. Когда я работал в обкоме, ездил на конференции, семинары по партийной линии, много больших людей слушал. Тогда партийные органы занимались семинарами очень активно. У меня в старом блокноте до сих пор много телефонов бывших партийных работников из Краснодарского края и других областей. Иногда хочется позвонить по старым телефонам и спросить, живы ли они.

Надо разобраться с документами, там целые кипы пожелтевших бумаг. У меня остался оригинал постановления ЦК КПСС и Совета министров по освоению Сарпинской низменности и другие материалы. Вчера я искал, но сразу не нашел. Посмотрю старые фотографии. Многие фотографии затерялись где-то, жаль. Надо искать в своих шкафах...» [7].

В связи с активизацией строительства рисоводческих совхозов, из Казахстана и Узбекистана в Калмыкию приехали много корейцев с семьями, иногда целыми поселками. Если в 1959 г. материалы переписи населения показывали наличие в Калмыкии 51 чел. корейской национальности, то в 1970 г. их стало 284 чел., в 1979 г. 1073 чел., в 1989 г. 643 чел. После того, как под давлением обстоятельств многие корейцы покинули Калмыкию, перебравшись в Волгоград, рисосеяние в Калмыкии значительно уменьшилось в масштабах, совхозы закрылись, хранение их архивов оставляет желать лучшего.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. История рисоводства на Кубани. [Электронный ресурс] // URL: [https://www.kuban-makler.ru/9/14\\_6.htm](https://www.kuban-makler.ru/9/14_6.htm) (дата обращения: 28.02.2017).
2. Сон Ж. История социализации корейской семьи на Северном Кавказе (1933-1990). [Электронный ресурс] // URL: <https://koryo-saram.ru/istoriya-sotsializatsii-korejskoj-semi-na-severnom-kavkaze-1933-1990/> (дата обращения: 28.02.2017).
3. Цит. по: Бугай Н.Ф. Корейцы Юга России: межэтническое согласие, диалог, доверие. М., 2015. С. 154.
4. Бергер Б. О махачкалинских корейцах [Электронный ресурс] // URL: <https://www.proza.ru/2012/01/06/2109>. (дата обращения: 20.03.2018).
5. Намруева Л.В. Корейцы в Калмыкии: общество и трудовая деятельность // Корейцы Юга России и Нижнего Поволжья: история и современность. – Волгоград. – 2011. – С. 31-45.
6. Тянь Б.Г. Корейцы Калмыкии // Газета «Хальмг унн». – 2010 год. 24 марта.
7. Интервью взято в декабре 2017 г. в Элисте, личный архив автора.

### **БИОГРАФИЯ**

Я, Ким Ильгиза Анваровна, работаю в области социологии и этнологии и специализируюсь на корееведении. В настоящее время нахожусь на пенсии, продолжаю работать как независимый исследователь, участвую по приглашению в некоторых проектах ученых Республка Корея. Кандидат социологических наук с 1996 года. Область моих научных интересов включает историю и социологию коре сарам, статистику, политологию, социальную психологию, традиционную восточную медицину и др.

### **ABOUT THE PARTICIPATION OF THE KOREANIANS IN DEVELOPMENT OF THE SOVIET DRAWING**

**I.A. Kim**

*Independent researcher, Volgograd, ilgiza@mail.ru*

The participation of Soviet Koreans in the formation and development of the rice growing branch of agriculture in the southern regions of the RSFSR is described, supplemented by personal memories of Korean rice farmers from Kalmykia.

The successful development of rice growing in the USSR was directly conditioned by the efforts of the Koreans, for whom rice-growing was a traditional kind of farming. The development of the rice industry began in the Krasnodar Territory in the end 1920-1930. The Korean population appeared in the Krasnodar, Stavropol Territories, in the republics of Dagestan, and in Chechen-Ingushetia to work in new rice-growing Soviet farms. In 1951, the Stavropol Territory Committee of the Party asked the resettlement department under the Council of Ministers of the RSFSR to invite the Koreans to settle in the territory of the Stavropol Territory, taking into account their experience of cultivating "a culture of rice that is not well known to local collective farmers". A mass migration of Koreans to new irrigated land in the Rostov region began in 1951-1953 years. The first experienced rice checks in Kalmykia appeared in the Maloderbetovsky district. In March 1966, the decision was taken to start the most northern rice cultivation in the Kalmyk ASSR, the first state farms were organized. In August 1977, the Oktyabrsky district of Kalmykia was created, which included all rice-growing farms. The construction of irrigation systems in the Sarpinskaya lowland was included in the number of All-Union shock Komsomol construction projects. Now, rice specialists are at a venerable age, memories are erased from memory, documents are lost. The author had a chance to talk with two respected elderly Koreans, whose names are inextricably linked with the history of Korean rice growing in the Kalmyk ASSR. Below are the interviews with Kim Heliy and Tyan Boris. The author hopes to attract scientific interest to the topic of the contribution of Soviet and Russian Koreans to the economic development of the country.

#### REFERENCES

1. The history of rice growing in the Kuban [Electronic resource] // URL: [https://www.kuban-makler.ru/9/14\\_6.htm](https://www.kuban-makler.ru/9/14_6.htm) (date of circulation: February 28, 2017).
2. Son G. The history of socialization of the Korean family in the North Caucasus (1933-1990). [Electronic resource] // URL: <https://koryo-saram.ru/istoriya-sotsializatsii-korejskoj-semi-na-severnom-kavkaze-1933-1990/> (reference date: February 28, 2017).
3. Qu. on: Bugay N.F. Koreans of the South of Russia: interethnic consent, dialogue, trust. M., 2015. P. 154.
4. Berger B. About Makhachkala Koreans [Electronic resource] // URL: <https://www.proza.ru/2012/01/06/2109>. (date of circulation: 20.03.2018).
5. Namrueva L.V. Koreans in Kalmykia: Society and Labor Activity // Koreans of the South of Russia and the Lower Volga Region: History and Modernity. Volgograd. 2011. pp. 31-45.
6. Tyan BG Koreans of Kalmykia // The newspaper "Halmg unn". – 2010 year. March 24.
7. The interview was taken in December 2017 in Elista, the author's personal archive.

#### BIOGRAPHY

I, Kim Ilgiza Anvarovna, work in the field of sociology and ethnology and specialize in Korean studies. Currently I am retired, I continue to work as an independent researcher, I participate at the invitation of some projects of scientists of the Republic of Korea. Candidate of Sociological Sciences since 1996. The field of my scientific interests includes the history and sociology of the Korah Saram, statistics, political science, social psychology, traditional oriental medicine, etc.

#### **ВОЗМОЖНОСТИ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ СТЕНОЗА СОННЫХ АРТЕРИЙ С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВОЙ ФЛЮОРОГРАФИИ В РАМКАХ ДИСПАНСЕРИЗАЦИИ**

**И.В. Ким, Е.В. Бочкарева, Е.К. Бутина**

**ФГБУ «НМИЦ ПМ» Минздрава России, Москва,  
*ivkimivkim@gmail.com***

В статье обосновывается возможность раннего определения лиц с кальцинозом сонных артерий и риском развития инсульта с помощью рутинного метода лучевой диагностики при массовых профилактических обследованиях населения трудоспособного возраста.

Цереброваскулярная болезнь (ЦВБ), и особенно мозговой инсульт, продолжает оставаться значимой медико-социальной проблемой во всем мире. Несмотря на то, что показатели заболеваемости и смертности от инсульта и других сердечно-сосудистых заболеваний снижаются, абсолютное число лиц, перенесших инсульт и

оставшихся инвалидами, значительно возросло на глобальном и региональном уровнях [1]. Так, летальность от инсульта увеличилась на 41%, инцидент – на 66%, распространенность – на 84% [2-4]. Инсульт уже не является болезнью пожилых людей, поскольку более 60% всех катастроф возникают у лиц в возрасте до 65 лет [1]. Не менее значима проблема ЦВБ и для России. Согласно данным официальной статистики, в 2016 г. от ЦВБ умерли 190,8 тыс. человек, причем 16% из них в трудоспособном возрасте [5].

Раннее выявление сосудистой патологии в условиях скрининга здоровой популяции трудоспособного возраста имеет первостепенное значение для первичной профилактики мозгового инсульта [6]. К сожалению, далеко не все лечебно-профилактические учреждения имеют возможность проведения дуплексного сканирования сонных артерий, являющегося золотым стандартом диагностики атеросклероза у лиц без сердечно-сосудистых заболеваний, но с факторами риска их развития. Однако имеются значительные и пока еще не реализованные возможности для выявления атеросклероза на основе визуализации кальцинатов в области проекции сонной артерии с помощью рутинного метода лучевой диагностики – цифровой флюорографии (ЦФ) органов грудной клетки.

Наряду с изображением органов грудной клетки, флюорограмма, как правило, включает и область шеи, при этом кальцинаты в мягких тканях шеи визуализируются достаточно хорошо. В случае выявления кальцинатов на уровне С3-С6 позвонков имеется высокая вероятность атеросклероза сонных артерий. В связи с этим, ЦФ может быть предложена в качестве инструмента для проведения оппортунистического скрининга атеросклероза у пациентов, проходящих диспансеризацию и другие виды профилактического обследования в учреждениях первичной медико-санитарной помощи.

Согласно принятому порядку оказания медицинской помощи, медицинские организации должны обеспечить не менее чем 60% охват флюорографией всего прикрепленного взрослого населения от 15 лет и старше. По данным Центра мониторинга туберкулеза, охват учреждений флюорографией составляет 63%, при этом флюорографическая служба также достаточно хорошо укомплектована [7]. В подавляющем большинстве применяются современные цифровые флюорографы отечественного производства, доза облучения которых в несколько раз меньше, чем пленочных. Технические характеристики флюорографов позволяют идентифицировать тени кальциевой плотности в проекции сонных артерий. Кальцинаты, как правило, располагаются книзу от угла нижней челюсти на уровне С3-С6 позвонков, не сливаются с тенью позвоночного столба, чаще имеют неправильную форму (см. рисунок).

Необходимым условием для удобства работы врача является установка специального блока программного обеспечения для увеличения на экране области проекции сонной артерии, оптимизация положения головы пациента во время съемки, правильное расположение пациента перед экраном, позволяющее улучшить визуализацию области шеи, соответствующую зоне бифуркации общей сонной артерии, а также более тщательный анализ флюорограммы врачом-рентгенологом.



*Рис. 1.* Фрагмент цифровой флюорограммы органов грудной клетки в передней проекции. Кальцинат (указан стрелкой) вытянутой булавовидной формы в проекции правой общей сонной артерии и её бифуркации [8]

Проведенный ретроспективный анализ цифровых флюорограмм 736 чел. старше 55 лет, проходивших профилактическое обследование органов грудной клетки в 2-х поликлиниках Московской области, показал, что кальцификаты в мягких тканях шеи определяются у 12% [8]. Дуплексное сканирование подтвердило наличие атерокальциноза сонных артерий во всех случаях, в т.ч. обнаружены гемодинамически значимые стенозы. В результате выявлена группа лиц, нуждающихся в мероприятиях по профилактике мозгового инсульта.

Таким образом, массовые флюорографические обследования населения могут служить эффективным инструментом для раннего обнаружения атерокальциноза сонных артерий с целью профилактики инсульта. Пациенты с кальцинатами сонных артерий должны быть направлены на дуплексное сканирование для уточнения диагноза.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Feigin VL, Norrving B, Mensah GA. Primary prevention of cardiovascular disease through population-wide motivational strategies: insights from using smartphones in stroke prevention. *BMJ Global Health* 2017; 2:e000306. doi:10.1136/bmjgh-2017-000306
2. Feigin VL, Krishnamurthi RV, Parmar P, et al. Update on the global burden of ischemic and hemorrhagic stroke in 1990–2013: the GBD 2013 study. *Neuroepidemiology* 2015; 45: 161–76.
3. Kassebaum NJ, Arora M, Barber RM, et al. Global, regional, and national disability-adjusted life-years (DALYs) for 315 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE), 1990–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet* 2016; 388: 1603–58.

4. Wang H, Naghavi M, Allen C, et al. Global, regional, and national life expectancy, all-cause mortality, and cause-specific mortality for 249 causes of death, 1980–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet* 2016; 388: 1459–544.

5. Демографический ежегодник России. 2017: Стат.сб./Росстат.- М., 2017.

6. Кардиоваскулярная профилактика 2017. Российские национальные рекомендации. *Российский кардиологический журнал* 2018; 23(6): 7-122.

7. Эпидемическая ситуация по туберкулезу в России. Противотуберкулезные мероприятия. ЦНИИОЗ 2016. Интернет-ресурс: <http://цниоиоз.рф/images/stories/files/СМТ/2016tb.pdf>

8. Стулин И.Д., Садиков П.В., Варшавский Ю.В. и др. Выявление атерокальциноза сонных артерий при массовой цифровой флюорографии органов грудной клетки. *Радиология – практика* 2010; 1: 6-19.

### БИОГРАФИЯ

Я, Ким Ирина Витальевна, 1985 г.р., работаю в должности научного сотрудника лаборатории медикаментозной профилактики в первичном звене здравоохранения в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Национальный медицинский исследовательский центр профилактической медицины» Минздрава России. Кандидат медицинских наук с 2015 года. Область моих научных интересов включает терапию, кардиологию, профилактику хронических неинфекционных заболеваний.

### POSSIBILITY OF COMMON CAROTID ARTERY CALCIFICATIONS DETECTION USING PHOTOFLUOROGRAPHY IN PRIMARY CARE SETTINGS

**I.V. Kim, E.V. Bochkareva, E.K. Butina**

*Federal State Institution National Medical Research Center for Preventive Medicine,  
ivkimivkim@gmail.com*

The possibility of early detection calcification of carotid arteries and the risk of stroke by using the routine method of radiation diagnosis in mass health examinations of the middle-age population is justified.

Cerebrovascular disease (CVD), and especially stroke, continues to be a significant medical and social problem throughout the world. Despite the fact that morbidity and mortality rates for stroke and other cardiovascular diseases are decreasing, the absolute number of stroke survivors and those who have remained disabled has increased significantly at the global and regional levels [1]. No less important is the problem of the CVD for Russia. According to official statistics, in 2016, 190.8 thousand people died from the CVD, 16% of them being of working age [2].

Early detection of vascular pathology in conditions of screening a healthy population of working age is importance for primary prevention of stroke [3]. Unfortunately, not all outpatient clinic have the possibility of duplex scanning of carotid arteries, which is the gold

standard for diagnosis of atherosclerosis in patients without cardiovascular diseases, but with risk factors for their development. However, there are significant possibilities for the detection of atherosclerosis based on the visualization of calcifications in the field of the projection of the carotid artery using the routine method of radiation diagnosis - digital fluorography.

Along with the image of the chest, the photofluorogram also includes the neck area, and calcifications in the soft tissues of the neck are visualized very well. In the case of calcification at the C3-C6 level, there is a high probability of carotid arteries atherosclerosis. In this regard, digital fluorography can be proposed as a tool for opportunistic screening of atherosclerosis in patients undergoing of preventive mass health examination in primary health care settings.

#### REFERENCES

1. Feigin VL, Norrving B, Mensah GA. Primary prevention of cardiovascular disease through population-wide motivational strategies: insights from using smartphones in stroke prevention. *BMJ Global Health* 2017; 2:e000306. doi:10.1136/bmjgh-2017-000306
2. The Demographic Yearbook of Russia. 2017: Statistical Handbook / Rosstat. – M., 2017.
3. Cardiovascular prevention 2017. National guidelines. *Russ J Cardiol* 2018; 23 (6): 7-122. <http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2018-6-7-122>.

#### BIOGRAPHY

KIM IRINA. I work in the field of biotechnology focusing on the processes in prevention of chronic non-communicable diseases of prevention medicine. Affiliation is a Federal State Institution National Medical Research Center for Preventive Medicine, Moscow, Russian Federation. My position is research associate of department of Primary prevention of chronic non-communicable diseases in the healthcare system. I received my PhD degree in National Research Center for Preventive Medicine, Moscow, Russian Federation in 2015. My research interests include cardiology, therapy, prevention, non-communicable disease, primary health care, and general practice.

#### ИЗУЧЕНИЕ ИОННОГО ТРАНСПОРТА В СИСТЕМЕ «ГЕТЕРОГЕННАЯ ИОНООБМЕННАЯ МЕМБРАНА – РАСТВОР НИТРАТА АММОНИЯ»

**К.Б. Ким, О.А. Козадерова, С.И. Нифталиев**

*Воронежский государственный университет инженерных технологий  
kmseniya@mail.ru*

Уменьшение потока нитрат-ионов в «запредельных» токовых режимах связано с влиянием  $\text{NH}_4^+$ -ионов на функциональные группы анионообменной мембраны, которое заключается в их депротонировании в щелочной среде и увеличении каталитической активности по отношению к реакции диссоциации воды.

Электродиализ азотсодержащих солевых растворов является перспективным методом очистки отходов, образующихся при производстве минеральных удобрений. Однако транспортные свойства ионообменных мембран при электродиализе аммонийно-нитратных растворов изучены недостаточно полно. Поэтому целью настоящей работы было изучение транспортных характеристик гетерогенных ионообменных мембран МК-40 и МА-41 в растворах нитрата аммония для интенсивных токовых режимов электродиализа.

Электродиализ проводили в семисекционном аппарате, разделенном катионообменными (МК-40) и анионообменными (МА-41) мембранами (рис. 1).

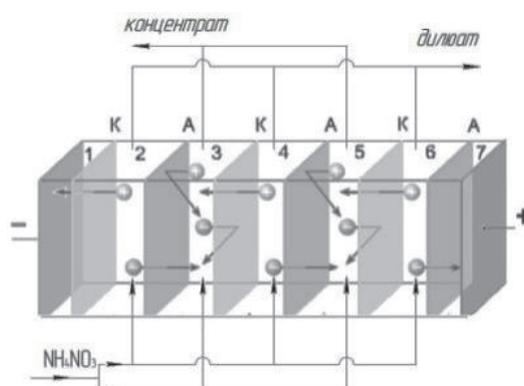


Рис. 1. Электродиализная ячейка с чередующимися катионообменными (К) и анионообменными (А) мембранами

Интенсивность генерации ионов среды на межфазной границе мембрана-раствор определяли методом избирательной поляризации мембран: в секцию обессоливания 4 подавали раствор нитрата аммония с концентрацией  $0,012 \text{ моль/дм}^3$ , в секции обессоливания 2 и 6 –  $0,12 \text{ моль/дм}^3$ . В таких условиях предельная плотность тока достигалась только на мембранах секции обессоливания 4, определение рН растворов в секциях 3 и 5 позволяло оценить интенсивность генерации ионов среды мембранами секции 4.

Зависимость величины потока ионов  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{NO}_3^-$  при электродиализе модельного раствора с мембранной парой МК-40/МА-41 от плотности тока показана на рис. 2.

Уменьшение потока ионов аммония при превышении предельной плотности тока может быть объяснено «барьерным эффектом». В нашей системе уменьшение потока  $\text{NH}_4^+$ -ионов связано с тем, что они, взаимодействуя с  $\text{OH}^-$ -ионами, образовавшимися на границе «катионообменная мембрана-раствор» при диссоциации молекул воды в секции обессоливания теряют способность проходить через катионообменную мембрану. Далее при двукратном превышении предельного тока в системе развивается конвективная неустойчивость, приводящая к активному перемешиванию раствора, следствием которого является увеличение потока ионов.

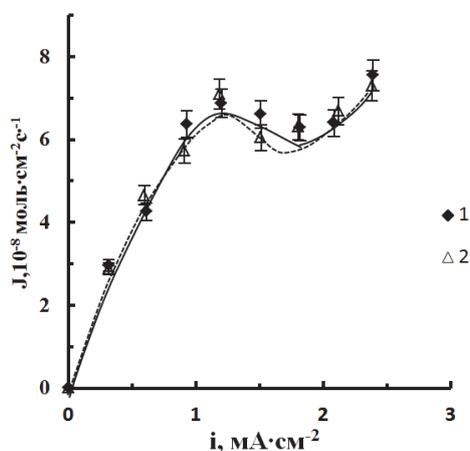
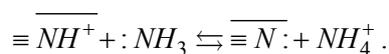


Рис. 2. Зависимость потоков ионов  $\text{NH}_4^+$  (1) через МК-40 и  $\text{NO}_3^-$  (2) через МА-41 от плотности тока при электродиализе раствора  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (0,012 моль/дм<sup>3</sup>)

Уменьшение потока нитрат-ионов связано с влиянием ионов аммония в щелочной среде на анионообменные мембраны с четвертичными и третичными аммониевыми группами, которое приводит к изменению состава функциональных групп:



Реакции такого типа способствуют увеличению генерации ионов  $\text{H}^+/\text{OH}^-$  при проведении процесса электродиализа в сверхпредельных токовых режимах, так как в соответствии с рядом каталитической активности ионогенных групп мембран по отношению к реакции диссоциации молекул воды депротонированные аммониевые функциональные группы являются наиболее «активными».



Для подтверждения влияния ионов аммония на перенос нитрат-ионов через анионообменные мембраны был проведен эксперимент по электродиализу  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  и  $\text{KNO}_3$ . Результаты эксперимента представлены на рис. 3, из которого видно, что при электродиализе раствора  $\text{KNO}_3$  в условиях превышения предельной плотности тока, уменьшения потока  $\text{NO}_3^-$ -ионов не происходит (рис. 2).

Для оценки интенсивности генерации ионов среды анионообменной мембраной при электродиализе  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  и  $\text{KNO}_3$  был применен метод избирательной поляризации ионообменных мембран. На рис. 3 и 4 показаны числа переноса анионов электролита и гидроксильных ионов, а также потоки  $\text{OH}^-$ -ионов через анионообменную мембрану, как функция безразмерной плотности тока  $-i/i_{\text{lim}}$ .

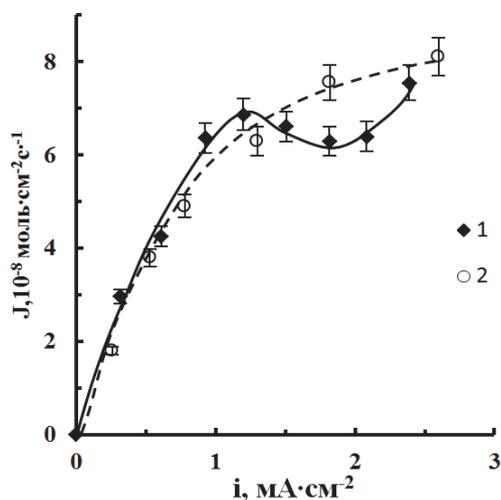


Рис. 3. Зависимость потоков  $\text{NO}_3^-$  – ионов через анионообменную мембрану МА-41 от плотности тока при электродиализе растворов ( $0,012 \text{ моль/дм}^3$ : 1 –  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , 2 –  $\text{KNO}_3$ )

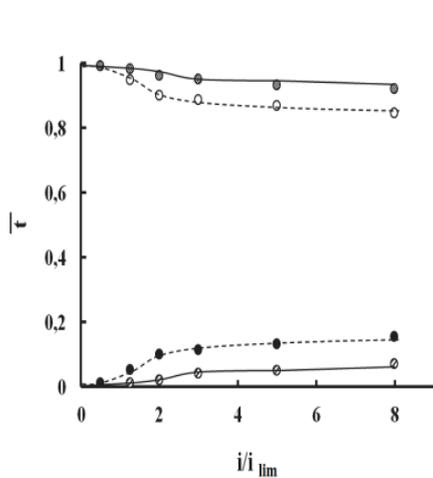


Рис. 3. Зависимость чисел переноса ионов для анионообменной мембраны МА-41 от безразмерной плотности тока при электродиализе  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  и  $\text{KNO}_3$ :

1 –  $\text{OH}^- (\text{NH}_4\text{NO}_3)$ , 2 –  $\text{NO}_3^- (\text{NH}_4\text{NO}_3)$ ,  
3 –  $\text{OH}^- (\text{KNO}_3)$ , 4 –  $\text{NO}_3^- (\text{KNO}_3)$

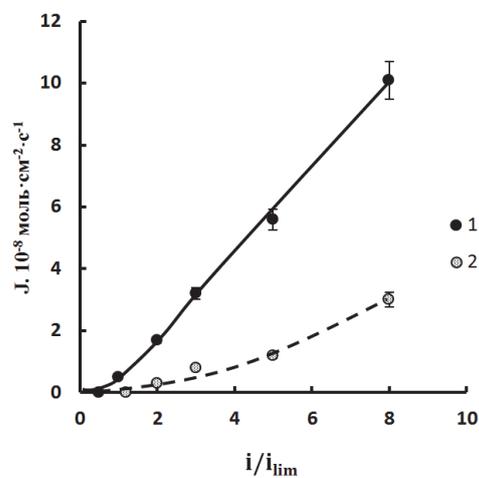


Рис. 4. Зависимость потоков  $\text{OH}^-$  ионов через анионообменную мембрану МА-41 от безразмерной плотности тока при электродиализе:

1 –  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , 2 –  $\text{KNO}_3$

Из данных видно, что в случае раствора нитрата аммония генерация ОН-ионов мембраной МА-41 действительно более активная.

Таким образом, уменьшение потоков нитрат-ионов в присутствии ионов аммония связано с влиянием  $\text{NH}_4^+$  на функциональные группы анионообменной мембраны. Оно проявляется в увеличении каталитической активности этих групп по отношению к реакции диссоциации воды и, как следствие, в более высоком конкурентном потоке ионов среды.

### **БИОГРАФИЯ**

Я, Ким Ксения Борисовна, родилась в г. Алмалык Республике Узбекистан. В 2008 году окончила БСОШ № 2 (г. Бобров, Воронежская область) с отличием. В 2013 году окончила с отличием Воронежский государственный университет инженерных технологий. В 2017 году защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата наук. В настоящее время работаю в Воронежском государственном университете инженерных технологий на кафедре неорганической химии и химической технологии на должности старшего преподавателя. Область моих научных интересов включает электрохимию, а именно мембранная электрохимия (электродиализ).

### **THE STUDY OF ION TRANSPORT IN THE SYSTEM "HETEROGENEOUS ION-EXCHANGE MEMBRANE - AMMONIUM NITRATE SOLUTION"**

**K.B. Kim, O.A. Kozaderova, S.I. Niftaliev**

*Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia,  
kmkseniya@mail.ru*

Electrodialysis of nitrogen-containing salt solutions is a promising method of cleaning of waste generated in the production of mineral fertilizers. However, transport properties of ion-exchange membranes during the electrodialysis of ammonium nitrate solutions have not been studied in a proper way. Therefore, the purpose of this paper was to study transport characteristics of the heterogeneous ion-exchange membranes MK-40 and MA-41 in the ammonium nitrate solutions for intense current modes of electrodialysis.

In the case of the ammonium nitrate solution the generation of OH- ions by the MA-41 membrane is indeed more active. Thus, the decrease in nitrate ion fluxes in the presence of ammonium ions is connected with the influence of  $\text{NH}_4^+$  on the functional groups of the anion exchange membrane. It manifests itself in increase in the catalytic activity of these groups with respect to the water dissociation reaction and, as a result, in a higher competitive flux of medium ions.

## BIOGRAPHY

I, Kim Ksenia Borisovna, was born in the city of Almalyk, Republic of Uzbekistan. In 2008 she graduated from the Secondary School № 2 (Bobrov, Voronezh region) with honors. In 2013 she graduated with honors from Voronezh State University of Engineering Technology. In 2017 she defended her thesis for the degree of candidate of science. Currently I work at the Voronezh State University of Engineering Technologies at the Department of Inorganic Chemistry and Chemical Technology as a senior teacher. The field of my scientific interests includes electrochemistry, namely membrane electrochemistry (electrodialysis).

## МЕЛАТОНИН И ЕГО СВЯЗЬ С МЕТАБОЛИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ У МУЖЧИН В ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Л.Б. Ким, А.Н. Путятина, Г.С. Русских

*ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр фундаментальной  
и трансляционной медицины» (ФИЦ ФТМ), Новосибирск, Россия  
lenkim@centercem.ru*

**Аннотация.** Представлены первые результаты изучения корреляционных связей уровня основного метаболита мелатонина – 6-сульфотоксимелатонина (6-СОМ) с показателями перекисного окисления липидов и антиоксидантной защиты, интерстициального фиброза и риском развития сердечнососудистой патологии у мужчин, жителей Арктики.

Мелатонин, гормон пинеальной железы, обладает огромным спектром биологических эффектов, выполняет важную роль нейроэндокринного регулятора циркадианных и сезонных ритмов, обеспечивает поддержание физиологических и биохимических процессов организма на должном уровне. Описаны его антигонадотропные, противовоспалительные [1], анальгетические [2], антиоксидантные [3], противоопухолевые [4] и другие эффекты. Часто мелатонин рассматривают как биологический маркер старения и возраст-связанной патологии [5; 6].

Важной особенностью мелатонина является его зависимость от светового режима: его синтез и секреция подавляются в светлое время суток и увеличиваются в темное время. В последние годы активно обсуждается способность мелатонина оказывать влияние на обменные процессы, в том числе на метаболизм соединительной ткани и процессы фиброза, возможность проявлять антифиброзные свойства [7].

Актуальность исследования мелатонина у жителей Арктического региона имеет принципиальное значение с учетом специфического фотопериодизма (смена полярного дня и полярной ночи), повышенного альбеда в период полярного дня, особенностей

климато-географических факторов (холод, флюктуации атмосферного давления, геомагнитные возмущения, северная тканевая гипоксия и др.). Установлено, что в патогенезе преждевременного старения жителей Арктики ключевую роль играет интерстициальный фиброз [8; 9], обусловленный возрастным дисбалансом в системе локальной регуляции ММП/ТИМП [10]. Тем не менее, до последнего времени не известно о корреляционных связях мелатонина с показателями обмена и фиброза в Арктике.

**Цель** – изучить содержание метаболита мелатонина - 6-сульфатоксимелатонина в моче и его связи с показателями обмена у жителей Европейской части Арктической зоны РФ.

#### **Материалы и методы**

Исследование проводили в ноябре–декабре в рабочем поселке Мурманской области (67°с.ш., 34°в. д.) с участием 91 мужчины (19–69 лет, основная группа). Средний возраст – 44,30±1,35 года, средний полярный стаж - 20,41±1,35 лет. Группа сравнения – практически здоровые мужчины, жители Западной Сибири (Новосибирск, 55°с.ш., 82°в.д.). Средний возраст - 42,86±3,45 года. После подписания информированного согласия от всех участников был получен биологический материал (плазма крови и моча). В моче определяли содержание 6-сульфатоксимелатонина (6-COM) с помощью набора для ИФА (Bühlmann Laboratories AG, Switzerland). Оптическую плотность измеряли на планшетном ридере Stat Fax-2100 Microplate Reader (Awareness Technology Inc., USA). Кроме того для поиска корреляционных связей 6-COM с другими метаболитами оценивали компоненты внеклеточного матрикса (гидроксипролин и его формы, сульфатированные гликозаминогликаны) [9], состояние перекисного окисления липидов по уровню малонового диальдегида [11], содержанию SH-групп [12], церулоплазмину (КФ 1.16.3.1) [13] и активности глутатионредуктазы (КФ 1.6.4.2) [14]. Определение степени кардиоваскулярного риска проводили с использованием шкалы риска SCORE [15].

Концентрацию глюкозы в плазме измеряли с помощью набора фирмы «Beckman Coulter» (USA) на автоматическом биохимическом анализаторе «AU 480 Beckman Coulter» (USA). Содержание свободного тестостерона в плазме крови измеряли методом ИФА в соответствии с рекомендациями производителя набора («Abcam», USA). Исследование одобрено Биоэтическим комитетом ФИЦ ФТМ.

Статистическую обработку материала проводили с использованием пакета прикладных программ Statistica v. 10 («StatSoft Inc.», USA). Для сравнения двух групп применяли критерий Манна-Уитни, для нескольких групп – Краскела-Уоллиса. Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ . Для корреляционного анализа между 6-COM и другими показателями использовали непараметрический метод по Спирмену.

#### **Результаты**

Содержание 6-COM в моче у мужчин не отличалось от данных группы сравнения и соответствовало референсным значениям. С увеличением возраста северян его содержание снижалось до минимальных значений в группе 40-49 лет.

Корреляционный анализ выявил взаимосвязь 6-СОМ с некоторыми показателями фиброза. Она проявилась в отрицательной корреляции с сульфатированными гликозаминогликанами в моче ( $r = -0,36$ ,  $p < 0,013$ ), с маркерами коллагена: свободным гидроксипролином ( $r = -0,31$ ,  $p < 0,017$ ), пептидносвязанным гидроксипролином ( $r = -0,25$ ,  $p < 0,045$ ) и общим гидроксипролином ( $r = -0,29$ ,  $p < 0,019$ ). Таким образом, отмеченное снижение уровня 6-СОМ с увеличением возраста может приводить к возрастному усилению интерстициального фиброза у северян.

Обнаружены отрицательные корреляции 6-СОМ с содержанием церулоплазмينا ( $r = -0,63$ ,  $p = 0,001$ ), SH-групп ( $r = -0,59$ ,  $p = 0,021$ ), глюкозы ( $r = -0,66$ ,  $p = 0,026$ ) и шкалой SCORE ( $r = -0,52$ ,  $p = 0,001$ ), что свидетельствуют о взаимосвязи мелатонина с системой антиоксидантной защиты и риском развития сердечнососудистой патологии.

Отмечена положительная связь средней силы 6-СОМ с гормонами: уровнем свободного тестостерона ( $r = 0,53$ ,  $p = 0,0002$ ), общего тестостерона ( $r = 0,43$ ,  $p = 0,003$ ) и кортизола ( $r = 0,33$ ,  $p = 0,007$ ), содержание последних гормонов в плазме крови было описано ранее [16].

Таким образом, полученные результаты корреляционного анализа показали связи между метаболитом мелатонина (6-СОМ) и показателями перекисного окисления липидов и антиоксидантной защиты, интерстициального фиброза, риском развития сердечнососудистой патологии.

#### **Оборудование**

При выполнении работы использовали оборудование ЦКП «Современные оптические системы» ФИЦ ФТМ.

#### **Финансирование**

Исследование выполнено при поддержке Президиума РАН по Программе фундаментальных исследований «Поисковые фундаментальные научные исследования в интересах развития Арктической зоны Российской Федерации».

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Favero G., Franceschetti L., Bonomini F., Rodella L.F., Rezzani R. Melatonin as an Anti-Inflammatory Agent Modulating Inflammation Activation // *Int J Endocrinol.* 2017; 2017:1835195. doi: 10.1155/2017/1835195.
2. Andersen L.P. The analgesic effects of exogenous melatonin in humans // *Dan Med J.* 2016 Oct;63(10). pii: B5289.
3. Tordjman S., Chokron S., Delorme R., Charrier A., Bellissant E., Jaafari N., Fougerou C. Melatonin: Pharmacology, Functions and Therapeutic Benefits // *Curr Neuropharmacol.* 2017 Apr;15(3):434-443. doi: 10.2174/1570159X14666161228122115.
4. Li Y., Li S., Zhou Y., Meng X., Zhang J.J., Xu D.P., Li H.B. Melatonin for the prevention and treatment of cancer // *Oncotarget.* 2017 Jun 13;8(24):39896-39921. doi: 10.18632/oncotarget.16379.
5. Анисимов В.Н. Молекулярные и физиологические механизмы старения. Т. 1. – СПб.: Наука, 2008.

6. Majidinia M., Reiter R.J., Shakouri S.K., Mohebbi I., Rastegar M., Kaviani M., Darband S.G., Jahanban-Esfahlan R., Nabavi S.M., Yousefi B. The multiple functions of melatonin in regenerative medicine // *Ageing Res Rev.* 2018 Apr 6;45:33-52. doi: 10.1016/j.arr.2018.04.003.

7. Hu W., Ma Z., Jiang S., Fan C., Deng C., Yan X., Di S., Lv J., Reiter R.J., Yang Y. Melatonin: the dawning of a treatment for fibrosis? // *J Pineal Res.* 2016 Mar;60 (2):121-31. doi: 10.1111/jpi.12302.

8. Ким Л.Б., Кожин П.М., Путятин А.Н. Исследование молекулярного маркера старения у мужчин Европейского Севера России // *Журн. мед.-биол. исследований.* 2017. Т. 5, № 3. С. 70–78. doi: 10.17238/issn2542-1298.2017.5.3.70.

9. Ким Л.Б., Белишева Н.К., Русских Г.С., Путятин А.Н., Кожин П.М., Цыпышева О.Б. Возрастная динамика основных компонентов внеклеточного матрикса у жителей Российской Арктики // *Успехи геронтологии.* 2017. Т. 30, № 3. С. 332-340.

10. Ким Л.Б., Русских Г.С., Путятин А.Н., Цыпышева О.Б. Возрастная динамика содержания матриксных металлопротеиназ (-1, -2, -3, -9) и тканевых ингибиторов матриксных металлопротеиназ (-1, -2, -4) в плазме крови у жителей Европейской части Арктической зоны Российской Федерации // *Успехи геронтол.* 2018. Т. 31. № 2. С. 223-230.

11. Steinbrecher U.P. Free Radicals, lipoproteins and membrane lipids / Ed. L.Douste-Blary and Padeti. Plenum, N.Y., 1990.

12. Wayner D.D.M., Burton G.W., Ingold K.U. et al. The relative contributions of vitamin E, urate, ascorbate and proteins to the total peroxyl radical-trapping antioxidant activity of human blood plasma // *Biochem. Biophys. Acta.* 1987. Vol. 924. № 3. P. 408–419.

13. Ravin H.A. An improved colorimetric enzymatic assay of ceruloplasmin // *J. Lab. Clin. Med.* 1961. Vol. 58. P. 161–168.

14. Horn H.D., Bruns F.H. Reduced diphosphopyridine nucleotide- and reduced triphosphopyridine nucleotidedependent glutathione reductase of human serum // *Biochem. Z.* 1958. Vol. 331. № 1. P. 58–64.

15. Национальные рекомендации “Кардиоваскулярная профилактика”, разработанные комитетом экспертов ВНОК // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* 2011. Приложение 2. Т. 10. № 6. С. 1.

16. Ким Л.Б., Русских Г.С., Геворгян М.М. и др. Половые гормоны и кардиоваскулярный риск у мужчин-горнорабочих в условиях Европейского Севера // *Физиология человека.* 2016. Т. 42. № 2. С. 92–99.

## БИОГРАФИЯ

Я, Ким Лена Борисовна, работаю главным научным сотрудником, руководителем группы биохимии соединительной ткани в Федеральном исследовательском центре фундаментальной и трансляционной медицины (ФИЦ ФТМ, Новосибирск).

Являюсь доктором медицинских наук с 2000 года.

Область моих научных интересов включает изучение механизмов развития социально значимых и возраст-связанных заболеваний, процессов адаптации и старения человека в Арктике.

Специализируюсь в области физиологии, патофизиологии, гликобиологии, клинической биохимии, экологии человека.

**RELATIONS BETWEEN MELATONIN AND MALE METABOLIC PARAMETERS IN THE EUROPEAN PART OF THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION**

**L.B. Kim, A.N. Putyatina, G.S. Russkikh**

*FSBSI "Federal Research Center for Fundamental and Translational Medicine"  
(FRC FTM), Novosibirsk, Russia  
lenkim@centercem.ru*

**Resume.** The preliminary results of the study of the correlation of the level of the main metabolite melatonin-6-sulfatoxymelatonin (6-COM) with the parameters of lipid peroxidation and antioxidant protection, interstitial fibrosis and the risk of cardiovascular pathology are presented in male inhabitants of the Arctic.

Melatonin, the hormone of the pineal gland, has a large spectrum of biological effects, plays an important role as the neuroendocrine regulator of circadian and seasonal rhythms, and metabolic processes. Its antigonadotropic, anti-inflammatory, analgesic, antioxidant, antineoplastic and other effects are described. Often, melatonin is considered a biological marker of aging and age-related pathology.

The relevance of the study of melatonin in inhabitants of the Arctic region is associated with its peculiarity: synthesis and secretion occur in the dark and are suppressed at daylight or at night under light pollution. Unusual photoperiodism (polar day and polar night), increased albedo during the polar day and other features (cold, atmospheric pressure fluctuations, geomagnetic disturbances, northern tissue hypoxia) are typical for the Arctic region. Apparently, this set of factors contributes to the premature aging of Arctic residents, who develop interstitial fibrosis and functional insufficiency of organs and tissues.

This paper presents the results of the study of the content of the main metabolite of melatonin in urine - 6-sulfatoxymelatonin (6-SOM), the content of lipid peroxidation products and individual antioxidants, free and total testosterone, cortisol, the basic fibrosis parameters (extracellular matrix components), the degree of cardiovascular risk.

Correlation analysis revealed negative correlations of 6-SOM with sulfated glycosaminoglycans, free hydroxyproline, peptid-bound hydroxyproline and total hydroxyproline. Thus, a marked decrease in the level of 6-SOM with an increase in age can lead to an age-related increase in interstitial fibrosis in northerners. Negative correlations of 6-SOM with the content of ceruloplasmin, SH-groups, glucose and SCORE scale were found, which testify the interrelation of melatonin with the system of antioxidant defense and risk of development of cardiovascular pathology. Positive relationships between the average level of 6-SOM and the level of free testosterone, total testosterone and cortisol are noted.

Thus, the results of the correlation analysis showed the relationship between the metabolite of melatonin (6-SOM) and lipid peroxidation and antioxidant protection, interstitial fibrosis, and risk of cardiovascular pathology

### BIOGRAPHY

Lena B. Kim is a principle researcher and a chief of the connective tissue research group at the Federal Research Center of Fundamental and Translational Medicine (FRC FTM, Novosibirsk).

She is a doctor of medical sciences since 2000.

The scientific interest lies in the field of gerontology, Glycobiology, biochemistry of connective tissue, age-dependent diseases, human adaptation in the Arctic.

Area of speciality includes physiology, pathophysiology, Glycobiology, clinical biochemistry and human ecology.

### СОХРАНЕНИЕ ТРАДИЦИИ, ОБЫЧАЕВ, ОБРЯДОВ РОССИЙСКИМИ КОРЕЙЦАМИ

**Ким Моисей**

*председатель Совета ООК, культуролог, г. Москва,  
kimmi45@mail.ru*

**Аннотация.** В докладе затрагиваются проблемы сохранения духовного наследия российских корейцев. Корейским обычаям свойственно стремление к порядку, гармонии, жизнелюбию, которые должны быть в душе, в семье, обществе, государстве. Особое внимание уделяется сохранению национальной идентичности, менталитета русскоязычных корейцев.

Традиции (лат. *traditio* – передача) – опыт жизнедеятельности нации и прочно укоренившиеся в обыденном сознании правила, нормы и стереотипы поведения, формы общения людей. Значение национальных традиций, обычаев, привычек, их содержание ценны и различны у отдельных народов.

Корейцы России, Советского Союза, СНГ всегда соблюдали свои национальные традиции, обычаи, обряды. Вероятно, основу корейских обычаев составляют стремление к порядку, гармонии, жизнелюбию, которые должны быть в душе, в семье, обществе, государстве. Любой кореец, где бы он ни проживал, весьма трепетно относится к своим традициям, обычаям, обрядам, вкусам, представлениям и старается их придерживаться.

Глубоко укоренившиеся у корейцев традиции, привычки проявляются не только в поступках, делах, одежде, пище, манере поведения, стиле общения и т.д., но и в движениях, жестах и других едва заметных проявлениях психологии. Вообще у каждого человека есть бессознательный механизм, который фиксирует ситуацию "свой" – "чужой" даже по едва уловимым проявлениям поведения, психики.

Многие традиции первоначально были заимствованы из древних китайских предписаний по конфуцианскому ритуалу, куда вносились свои корейские особенности.

Русскоязычным корейцам для сохранения самобытности и особенного колорита в силу своей сложной судьбы, важно следовать укоренившимся традициям и обычаям. Они являются духовной скрепой, которая связана с историей, культурой, мировоззрением, психологией, т.е. основополагающим стержнем корейской нации. Наглядно это выражается, например, в культе по отношению к предкам, старшим по возрасту людям, в культе образования. Трудолюбие, настойчивость, терпеливость в достижении поставленных целей, уважение старших, всемерное стремление к образованию всегда были и сейчас остаются главнейшими добродетелями среди корейцев. Почтительность к старшим проявляется даже внешне, подчеркивающее особое уважительное отношение к ним. Обычаи и обряды со временем претерпевали существенные изменения, но главный их смысл остается незабываемым. Здесь важны искренность в исполнении обычая и обряда, а не дотошная точность их соблюдения. В разных странах (где проживают корейцы), общинах, семьях обряды (их исполнение) может отличаться друг от друга, однако главные причины, которые заставляют соблюдать эти обряды остаются неизменными.

«Человеку хорошо там, где он сам хорош» – гласит корейская народная мудрость. История проживания корейцев в России подтверждает это.

Многие исконно корейские традиции в советский период были утеряны, другие приобрели своеобразный оттенок и смысл, а есть те, которые появились уже в процессе социокультурной адаптации этнических корейцев в России. Так как данные обычаи имели буддийские и конфуцианские корни, они отчасти несли в себе религиозный смысл, что было абсолютно недопустимо с точки зрения советской идеологии. Потому многие корейцы плохо знали корейские обычаи, некоторые следовали им на интуитивном уровне, не понимая их смысл и не зная историю их появления. Традиции и образ жизни корейцев Корейского полуострова и корейцев России, СНГ существенно отличаются, однако, существуют особенности, которые соотносят их как один этнос, объединяют с точки зрения этнического самосознания. К примеру, рассматривая традиции, нельзя обойти стороной семейные праздники, где отражаются и мировоззрение и ценности народа на основе его истории. Все корейцы отмечают Новый год по лунному календарю «соллаль», а 5 апреля - праздник Хансик («День холодной пищи»). Наиболее стойко сохраняется основной обычай этого праздника - посещение могил своих предков.

Летний праздник Тано, который отмечается по традиционному лунному календарю 5-го числа 5-го лунного месяца, (по европейскому григорианскому календарю – 22 июня). Многие осенью отмечают Чусок «Осенний вечер») - праздник урожая и поминовения предков.

«Асянди», «толь» – первая годовщина ребенка, традиционная свадьба, «хангаб», «хвегап» – 60-летний юбилей. Эти даты у корейцев наиболее значимы в жизни человека – это и есть 3 главных стола корейца... На «толь» специально шьют или покупают имениннику одежду, зачастую это «ханбок» – национальный корейский наряд. Совершается обычно к 12 часам, так как считается, что силы духов добра и счастья особенно сильны в первой половине дня. Одной из самых важных частей

празднования «толь» является стол именинника с разными предметами и продуктами («первый стол»). Все собираются вокруг стола и смотрят, что же выберет именинник с его именного стола, ведь от этого будет зависеть, как сложится судьба ребенка. Каждый предмет на столе имеет свое значение. На стол обязательно выставляют: «чартоги» – три чашки отбитого рисового хлеба, «кхо» – чашку гороха или фасоли, «саль» – чашку риса, «чэг» – книгу, «йонпхиль» – ручку или карандаш, «гася» – ножницы для девочек, «силь» – нитки, «баныль» – иголку для девочек, игрушечный пистолет или кинжал – для мальчиков, «тон» – деньги. Проведение корейской свадьбы связано с огромным набором предписаний, что это надо рассматривать отдельно.

Свадебные обряды сопровождаются массой обязательных церемониальных ритуалов и актов, требующих не только знаний о них, но и значительных материальных затрат. Свадебная церемония для корейцев имела в Корее очень важное значение, ибо по нормам конфуцианской морали только женатый человек может исполнить свое назначение на земле – продлить род и обеспечить тем самым благоденствие усопшим предкам. Свадебная церемония для корейцев – это непременно получение "второго стола". Если по каким-либо причинам молодожены не смогли получить его, то их дальнейшая жизнь будет осложнена целым рядом трудностей, так как они не только не смогут отметить свое 60-летие «хангаб» ("третий стол"), но и не будут иметь право играть свадьбы своим детям, согласно корейской традиции. На главное событие в жизни корейца «хангаб», «хвегап» принято дарить деньги, в то время как вещевые подарки теперь встречаются нечасто. Церемония проведения юбилея столь обширна, что надо отдельно об этом говорить. В этих обычаях выражаются почти все конфуцианские ценности: сыновняя почтительность, верность семье и друзьям, а также преданность государству, так как зачастую, на торжества приглашали не только родственников и друзей, но и коллег, начальников, выражая почтение вышестоящим чиновникам. Традиция касается почитания старших и культа предков, именно с этим связаны неотъемлемые поклоны родителям, поминание умерших предков вначале празднования, а также гостинцы с праздничного стола пожилым людям, детям, которые не смогли прийти на торжество. Корейцы всегда особое сакральное значение придавали числам и датам. Нумерология играла большую роль в их жизни, поэтому неудивительно, что праздники, связанные с возрастом человека, отмечаются с таким размахом. Российские корейцы долгое время были вынуждены смиряться с забвением своих обычаев и традиций, следуя советской идеологии. Лишь после распада СССР и активизации внешних связей между странами СНГ и государствами Корейского полуострова интерес этнических корейцев к исконным обычаям сильно возрос. И теперь мы наблюдаем, что все больше представителей корейской диаспоры СНГ стараются беречь исконно корейские ценности и следовать традициям, тем самым сохраняя основные корейские обычаи и поддерживая свою социокультурную идентичность.

Есть три признака, по которым можно идентифицировать корейца: фамилия, кухня и соблюдение традиций. Чтобы чувствовать себя корейцем, надо сохранить,

прежде всего, дух народа. А он заключается в соблюдении традиций, обычаев и обрядов своей нации, в тщательном их соблюдении. Корейцы, воспитанные на конфуцианских нормах по отношению к стране, оказавшись в России, Средней Азии и Казахстане считали их своей новой родиной, хотя всегда подчёркивают «мы будем чувствовать себя корейцами до тех пор, пока соблюдаем обычаи и обряды, завещанные нам предками». Трудолюбие, почтительность к старшим, культ образования, настойчивость при достижении поставленных целей остаются главнейшей добродетелью у корейцев, и это известно во всем мире. Чувство почтительности по отношению к старшим настолько сильно сидит в каждом корейце, что хочет он или нет, проявляется порой бессознательно. В основе корейских обычаев и обрядов лежит стремление к порядку и гармонии, которые должны царить в душе, в семье, в обществе, в государстве.

По традиции корейцы сидят, едят и спят на полу. Поэтому при входе в корейский дом всегда надо снимать обувь. В Корее считается неприличным находиться с голыми ногами в присутствии старших, поэтому рекомендуется всегда надевать носки или чулки при посещении корейской семьи. Слова благодарности за вкусные блюда и хорошее обслуживание всегда принимаются с радостью. Причём более ценится, когда благодарят, что очень много съели... Когда пожимают в приветствии руки, корейцы следуют особо принятым правилам. Так, люди одинакового социального статуса и близкие друзья для рукопожатия используют только одну руку. Но если рукопожатием обмениваются начальник и подчиненный, либо если есть большая разница в возрасте, то старший протягивает одну руку, а младший пожимает ее обязательно двумя руками, чаще всего придерживая в локте первой второй рукой. Культура взаимоотношений у корейцев выстроена по вертикали - как совокупность высших норм мудрости и этики, в которой установлена иерархическая субординация ценностей и добродетелей. В ней отражается пять принципов отношений: правителя и подданного, отца и сына, старшего брата и младшего брата, мужа и жены, двух друзей. Согласно этим принципам, отец должен относиться к сыну доброжелательно, а сыновья к отцу с сыновней почтительностью; старший брат должен относиться к младшему с добротой, а младший брат к старшему - с уважением. Далее муж должен относиться к жене справедливо, а жена к мужу - услужливо; правитель должен относиться к подданным доброжелательно, а подданные к правителю - с верностью. Конфуцианская этика создала прочные основы взаимоотношений между корейцами. Эти черты конфуцианской этики и традиций проявляются в Корее (да и у корейцев, живущих в других странах) в поведении собеседников, в их специфических жестах, поклонах, особых манерах приветствия, в письменных и устных формах выражения вежливости, учтивости и почтения.

В данном случае затронуты лишь наиболее характерные особенности традиций, обычаев, обрядов корейцев, которые, несмотря на их постоянные изменения, остаются базовыми для российских корейцев.

### **БИОГРАФИЯ**

Я, Ким Моисей, работаю в области культурологии и специализируюсь на изучении культуры народов России и российских корейцев. Работаю Председателем Совета Общероссийского объединения корейцев, г. Москва. Область моих научных интересов включает культура и искусство народов России, включая российских корейцев. Работал на государственной службе в аппарате министерств культуры СССР, Российской Федерации и министерства регионального развития Российской Федерации, главным специалистом. Стал референтом госслужбы Российской Федерации I класса, Заместителем главного редактора общероссийской газеты «Российские корейцы», отличником Министерства культуры СССР.

Родился 20.12.1945 г. в Узбекистане. Окончил Московский государственный университет культуры и искусств (и аспирантуру), а также Московскую высшую партийную школу. В течение 35 лет был чиновником министерств культуры СССР и РФ, Минрегиона России. Автор многочисленных статей, публикации, киносценариев по книжному делу, культурологии, межнациональным отношениям, этнокультурному развитию, российско-корейским связям. Сценарист, режиссёр, продюсер, ведущий творческих программ.

Член Союза журналистов России с 2000г. Делегат X XII съездов журналистов России. Член Советов Ассамблеи народов России, Всероссийского конгресса этножурналистов.

### **PRESERVATION OF TRADITIONS, CUSTOMS, RITUALS BY RUSSIAN KOREANS**

**Kim Moses**

*Chairman of the ARUK Council  
Cultural Studies*

Traditions (Latin *traditio* – transfer) – the experience of the life of the nation and the rules, norms and behavioral patterns firmly rooted in everyday consciousness, forms of people's communication. The Koreans of Russia, the Soviet Union, the CIS have always observed their national traditions, customs, rituals. Probably, the basis of Korean customs is the desire for order, harmony, love of life, which should be in the soul, in the family, in society, in the state. Any Korean, wherever he lives, is very sensitive to his traditions, customs, rituals, tastes, ideas and tries to follow them.

Clearly, Korean traditions are expressed in the cult in relation to ancestors, older in age people, in the cult of education. Industriousness, perseverance, patience in achieving the goals set, respect for the elders, the all-round desire for education have always been and still remain the most important virtues among Koreans.

"A person is good where he is good" – says Korean folk wisdom. The history of the Koreans living in Russia confirms this. Many native Korean traditions were lost in the Soviet period, but considering traditions, family holidays can not be bypassed, where the world outlook and values of the people are reflected on the basis of its history. All Koreans celebrate the New Year on the lunar calendar "Sollal", and on April 5 – the holiday Hansik ("Cold Food Day"). Most stubbornly preserved is the main custom of this holiday – visiting the graves of their ancestors. Summer Festival of Tano, autumn Chusok ("Autumn Evening") – a harvest festival and commemoration of deceased relatives. "Asiandi", "Tol" – the first anniversary of the child, the traditional wedding, "hangab", "Hwegap" – 60th anniversary. These dates for Koreans are most significant in a person's life – this is the 3 main tables of the Korean. Wedding ceremony for Koreans is an indispensable receipt of the "second table". If for some reason the newlyweds could not get it, their further life will be complicated, as they not only will not be able to celebrate their 60th anniversary "hangab" ("third table"), but they will not have the right to play weddings their own children, according to the Korean tradition. In these customs, almost all Confucian values are expressed: filial piety, loyalty to family and friends, and devotion to the state.

Here, only the most characteristic features of traditions, customs and rituals of Koreans are briefly touched upon, which, despite their constant changes, remain basic for Russian Koreans.

#### **BIOGRAPHY**

I, Kim Moses, work in the field of culturology and specialize in studying the culture of the peoples of Russia and Russian Koreans. I work as the Chairman of the Council of the All-Russian Association of Koreans, Moscow. The field of my scientific interests includes the culture and art of the peoples of Russia, including Russian Koreans. He worked in the civil service in the apparatus of the ministries of culture of the USSR, the Russian Federation and the Ministry of Regional Development of the Russian Federation, chief specialist. He became a referent of the State Service of the Russian Federation, I class, Deputy Editor-in-Chief of the All-Russian newspaper "Russian Koreans", an excellent student of the Ministry of Culture of the USSR.

Was born on December 20, 1945. in Uzbekistan. He graduated from the Moscow State University of Culture and Arts (and graduate school), as well as the Moscow Higher Party School. For 35 years he was an official of the Ministries of Culture of the USSR and the Russian Federation, the Ministry of Regional Development of Russia. He is the author of numerous articles, publications, screenplays on book business, culturology, interethnic relations, ethno-cultural development, Russian-Korean relations. Script writer, director, producer, presenter of creative programs.

Member of the Union of Journalists of Russia since 2000. Delegate X XII Congress of Russian journalists. Member of the Soviets of the Assembly of the Peoples of Russia, All-Russian Congress of Ethno Journalists.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОАККУМУЛЯЦИОННОЙ РТУТИ  
В СУБСТАНЦИИ ПРОТАМИНА СУЛЬФАТ  
МЕТОДОМ ИНВЕРСИОННОЙ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ**

**Н.О. Ким, Е.А. Ивановская, Н.Е. Ким<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*ФГБОУ ВО Новосибирский государственный  
медицинский университет Минздрава России,  
kim\_nadia@mail.ru*

Провели исследование по определению ртути в образцах воды, взятой из разных источников Новосибирской области, а также исследование по адаптации методики для определения биоаккумуляционной ртути в фармацевтической субстанции – протамина сульфат на электрохимическом анализаторе ТА-4 методом инверсионной вольтамперометрии.

**Актуальность исследования**

Одним из наиболее вредных загрязнений для биосферы Земли, имеющих разнообразные вредные последствия, как для здоровья людей, так и для жизнедеятельности живых организмов, являются загрязнения тяжелыми металлами (ТМ). Самые известные и наиболее часто встречающиеся из тяжелых металлов – это свинец, ртуть, медь, кадмий, кобальт и др. В отличие от органических соединений, подверженных в той или иной мере деструкции и биотрансформации, ТМ не способны к таким превращениям, а лишь перераспределяются между отдельными компонентами экосистемы. Они постоянно присутствуют в ней, т.е. способны бесконечно сохранять свою токсичность. Ртуть в природных условиях довольно быстро превращается в летучее токсическое соединение – хлорид метилртути. Соединения ТМ негативно воздействуют на самоочищение водоемов и оказывают токсичное влияние на гидробионтов, включая рыб. Поскольку исследуемая нами субстанция протамина сульфат получается из хрящей рыб, определение содержания ртути в протамине сульфат (и вообще в лекарственных препаратах) – это очень важный фактор при контроле качества лекарственных средств. Ведь в наше время безопасность и обеспечение качества лекарственных препаратов является актуальной проблемой современной фармацевтической науки и практики.

**Цель исследования:** определение ртути в воде, взятой из разных мест Новосибирской области методом инверсионной вольтамперометрии, и адаптация методики для определения биоаккумуляционной ртути в фармацевтической субстанции протамина сульфат.

**Материалы и методы исследования**

В качестве объекта мы использовали образцы воды, собранные в разных районах города Новосибирска и Новосибирской области (Вода; из колодца с улицы Порт-Артурского г. Новосибирска; из г. Бердска (городская), из «Святого источника» по-

селка Ложок, талая вода из снега, собранного рядом с заводом СИБИАР), а также фармацевтическую субстанцию протамина сульфат.

### Результаты исследования

Проведя литературный поиск методик определения ртути в различных объектах, нами была найдена методика вольтамперометрического определения ртути в водных растворах на графитовых электродах, модифицированных золотополимерной композицией. Измерения проводили на электрохимическом анализаторе ТА-4 методом вольтамперометрии путем регистрации поляризационных кривых с предварительным электрохимическим накоплением ртути на поверхности электрода в стандартных условиях согласно методике.

Согласно методики поверхность углеродсодержащего электрода электрохимически покрывали золотом из раствора ГСО хлорида золота (III) с концентрацией 500 мг/л. В качестве электрода сравнения использовали хлорсеребряный электрод. Работу золотоуглеродсодержащего электрода проверяли методом «введено – найдено». Для этого готовили раствор ртути с концентрацией 1 мг/л из раствора ГСО с концентрацией 1000 мг/л. В стаканчик с 10 мл бидистиллированной водой вносили 20 мкл хлорида калия, 20 мкл концентрированной азотной кислоты и 50 мкл 0,1 мг/л раствора ртути и снимали вольтамперограмму для пробы. Затем добавляли 50 мкл 0,1 мг/л раствора ртути и снимали вольтамперограмму для добавки. Источником информации служили вольтамперограммы – для фона, пробы и добавки. Параметры стандартных измерений – время накопления 60 сек., растворения 10 сек, успокоения

5 сек. Расчет результатов анализа производится в автоматическом режиме. Если полученные результаты входили в интервал 0,0038-0,0063 мг/л, то электроды готовы к работе. Для начала определили содержание ртути в холостой пробе (бидистиллированная вода), а затем проводили анализ на содержание ртути в объектах исследования. Вольтамперограмма образца воды из колодца с ул. Порт-Артурского представлены на рис. 1:

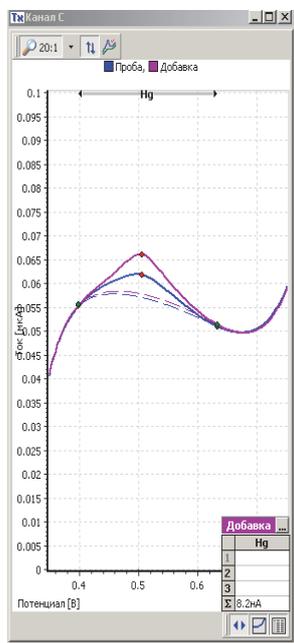


Рис 1. Вольтамперограмма образца воды из колодца с ул. Порт-Артурского (нижняя кривая – проба, верхняя кривая – добавка ГСО ртути)

Результаты исследования на содержание ртути в воде из разных источников НСО приведены в табл. 1.

Таблица 1

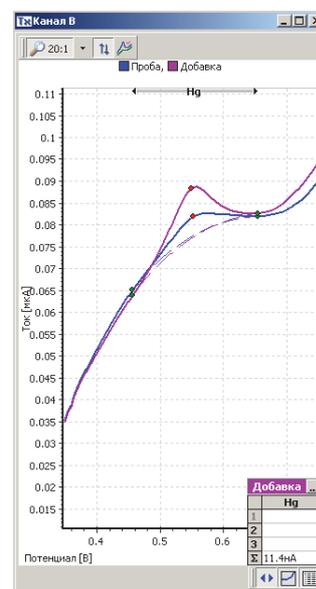
Содержание ртути в воде, взятой из разных источников

№ п/п	Объекты исследования	Содержание ртути, мг/л
	СанПин 2.1.4.1074-01.	0,00050
	ВОЗ	0,00100
1	скважина, поселок Матвеевка	0,00037
2	колодец с ул. Порт-Артурского	0,00266
3	талая вода из снега, собранного рядом с заводом СИ-БИАР	0,00043
4	«Святой источник», поселок Ложок	0,00086
5	г. Бердск (городская)	0,00022

Проведенные исследования показали, что все исследуемые образцы содержат ртуть. В образце из колодца с ул. Порт – Артурского содержание ртути составило больше нормы ВОЗ примерно в два с половиной раза. Образец из села Ложок «Святой источник» немного превышает нормы СанПин 2.1.4.1074-01. Городская вода, проходя определенные этапы очистки до потребления содержит ртуть в пределах нормативов по СанПин, что нельзя сказать о подземных, неочищенных водах.

Поиск нового метода определения ртути в протамине сульфат обусловлен тем, что существующая методика – титрование с дитизином – является достаточно трудоемкой. Отработав методику на электрохимическом анализаторе ТА-4 на пробах с водой, решили проверить, подойдет ли она для исследуемой нами субстанции протамин сульфат. Для исследования мы приготовили из субстанции (порошок) протамин сульфат водный раствор с концентрацией 10 мг\мл. Субстанцию протамин сульфат массой 1 г при нагревании растворили в 100 мл дистиллированной воды. Результаты исследования приведены на вольт-амперограмме (рис. 2).

Рис. 2. Вольтамперограмма протамин сульфат (нижняя кривая - проба протамин сульфат, верхняя кривая – добавка ГСО ртути)



Измерения при стандартных параметрах давали слабый сигнал, поэтому было изучено влияние изменения времени накопления. Время накопления увеличивали от до 60 до 120 с интервалом 20 секунд. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Содержание ртути в растворе протамина сульфата в зависимости от времени накопления**

№ п/п	Время накопления, сек	Содержание ртути, мг\л
1	60	0,00028
2	80	0,00044
3	100	0,00047
4	120	0,00045

Из таблицы видно, что при стандартных условиях ртуть не вся успевает сконцентрироваться на поверхности электрода, а выше 80 секунд не происходит существенного увеличения содержания ртути. В результате исследований, можно сделать заключение, что методика определения ртути в воде может быть адаптирована для определения биоаккумуляционной ртути в фармацевтической субстанции протамина сульфат.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Бокова Т.И. Экологические основы инновационного совершенствования пищевых продуктов: монография/ Т.И.Бокова; Новосиб.гос.аграр.ун-т, СибНИИ переработки с.-х. продукции. – Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2011. – 284 с.
2. ФР.1.31.2005.01450 «Воды природные, питьевые, технологически чистые, очищенные сточные. Вольтамперометрический метод измерения массовой концентрации ртути». – Томск, 2004.

**БИОГРАФИЯ**

Я работаю в области фармации и специализируюсь на фармацевтической химии. Работаю преподавателем на кафедре фармацевтической химии в ФГБОУ ВО НГМУ Минздрава России с 2016 года, город Новосибирск. Являюсь аспирантом первого года обучения НГМУ, специальность – фармацевтическая химия, фармакогнозия. Область моих научных интересов: фармация, фармацевтическая химия, фармакогнозия, органическая химия и биотехнология.

**DETERMINATION OF ACCUMULATED MERCURY IN PROTAMINE  
SULPHATE SUBSTANCE BY STRIPPING VOLTAMMETRY**

**N.O. Kim, E.A. Ivanovskaja, N.E. Kim<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*FSBEI HE NSMU MOH Russia,  
kim\_nadia@mail.ru*

One of the most harmful contaminants for the Earth's biosphere, having a variety of harmful consequences, for both human health and life of living organisms, is heavy metal contamination (HM). The most famous and most frequently encountered of heavy metals are lead, mercury, copper, cadmium, cobalt, etc. Unlike organic compounds exposed to varying degrees of degradation and biotransformation, HM are not capable of such transformations, but only redistributed between separate components of the ecosystem. Compounds of HM negatively affect the self-purification of water bodies and have a toxic effect on hydrobionts, including fish. Because the protamine sulfate substance we are researching derived from cartilages, the determination of the mercury content in protamine sulfate (and in general in all medicinal products) is a very important factor in the quality control of medicines. Indeed, in our time, safety and quality assurance of medicines is an urgent problem of modern pharmaceutical science and practice.

The aim of our study was to determine mercury level in water collected from different places of Novosibirsk region by stripping voltammetry and adapted this method for determination of bioaccumulated mercury in protamine sulphate substance.

As the objects of the study, we used samples of water collected from different districts of Novosibirsk city and Novosibirsk region and the pharmaceutical substance of protamine sulphate.

During the literature search, we found a technique for the voltammetric determination of mercury in aqueous solutions on graphite electrodes modified with a gold polymer composition. The measurements carried out on the TA-4 electrochemical analyzer by recording the polarization curves with preliminary electrochemical accumulation of mercury on the electrode surface in standard conditions. According to the method, the surface of the carbon electrode electrochemically coated with gold solution. A silver chloride electrode used as the reference electrode. The work of the gold-modified carbon electrode checked by the method "introduced-found". The carried out researches have shown, that all samples of water contain mercury.

The search for a new method for mercury determination in protamine sulfate is because the existing method – titration with dithionite - is quite complicated. Having worked out the technique on the electrochemical analyzer TA-4 on water samples, we decided to check if it is suitable for the protamine sulfate substance. For the research, we prepared from the substance (powder) aqueous solution with a concentration of 10 mg/ml.

Measurements at standard parameters gave a weak signal that is why we studied the effect of changing the accumulation time. We changed the accumulation time from 60 to 120 seconds with an interval of 20 seconds.

The results of the study showed that, under standard conditions, mercury does not all have time to concentrate on the surface of the electrode, and above 80 seconds there is no significant increase in the mercury content. As a result of the studies, it can be concluded that the procedure for determining mercury in water can be adapted to determine bioaccumulated of mercury in a pharmaceutical substance protamine sulfate.

#### REFERENCES

1. Bokova T.I. Ecological foundations of innovative improvement of food products: monograph / T.I. Bokova; Novosib.gos.agr.un.-t, - Novosibirsk: NSAU, 2011. – 284 p.
2. FR.1.31.2005.01450 "Natural waters, drinking, technologically clean, treated sewage. Voltammetric method for measuring the mass concentration of mercury ". – Tomsk, 2004.

#### BIOGRAPHY

I work in the field of pharmacy focusing on the process in pharmaceutical chemistry. I work as a lecturer at the department of pharmaceutical chemistry in FSBEI HE NSMU MOH Russia since 2016, Novosibirsk city. I am first year postgraduate student in NSMU, specialization – pharmaceutical chemistry, pharmacognosy. My research interests include pharmacy, pharmacognosy, pharmaceutical chemistry, organic chemistry and biotechnology.

#### БИОСКРИНИНГ ЭФФЕКТИВНЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ПШЕНИЦЕ\*

**Т.Е. Ли<sup>1</sup>, В.К. Ю<sup>2</sup>, Г. Демей<sup>3</sup>, Н.У. Кыстаубаева<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Институт биологии и биотехнологии растений г.Алматы, Казахстан,  
tamaralee05@gmail.com*

<sup>2</sup>*Институт химических наук имени А.Б. Бектурова,  
Казахско-Британский технический университет, г. Алматы, Казахстан,  
yu\_vk@rambler.ru*

<sup>3</sup>*Казахский национальный университет им аль-Фараби г. Алматы, Казахстан,  
gulimdemeu98@gmail.com*

Изучена эффективность применения новых регуляторов роста из группы синтетических аналогов алкалоидов на семенах и проростках яровой пшеницы трех сортов Казахстанская-10, Северянка и Мирас. Обнаружено значительное стимулирование роста и развития проростков пшеницы с САВ-3, а САВ-14 и САВ-15 тормозят рост и развитие растений.

---

\* Работа выполнена в рамках гранта МОН РК № AP05131025

## Введение

Важным элементом современных агрономических технологий в растениеводстве является применение регуляторов роста растений. Они способны в малых дозах влиять на процессы метаболизма в растениях, что приводит к значительным изменениям в росте и развитии растений. В современных технологиях большое практическое значение регуляторов роста определяется многими обстоятельствами: влияя на процессы роста и развития растений, они способны значительно ускорить рост или повысить урожайность большинства сельскохозяйственных культур. При этом регуляторы роста рассматриваются как экологически чистый и экономически выгодный способ повышения урожайности сельскохозяйственных культур, позволяющий полнее реализовать потенциальные возможности растительных организмов [1–3].

## Материал и методы исследования

Исследования проводились на модельных образцах яровой пшеницы *Triticum aestivum* сортов Казахстанская-10, Северянка и Мирас из коллекции ИББР. Северянка и Мирас являются засухоустойчивыми сортами, а сорт Казахстанская-10 был изучен как стандарт.

Обработка пшеницы проводилась в процессе прорастания семян, роста и развития проростков в течение 24 часов по общепринятым методикам [4, 5].

В качестве основы для проращивания пшеницы использовали воду. Опытные образцы закладывались в 15 повторностях для каждой культуры и испытуемого регулятора роста. В качестве контрольного варианта, использовали водопроводную воду, отстаиванную в течение трех суток. Продолжительность опыта 8-10 суток согласно методике.

## Результаты и обсуждение

Были испытаны две концентрации регуляторов роста: 0,001% и 0,01%, основываясь на предварительных результатах Заказчика. Первые исследования показали неэффективность воздействия концентрации 0,001% на прорастание и развитие проростков пшеницы испытуемых сортов Казахстанская-10, Северянка и Мирас. Поэтому за рабочую была принята концентрация 0,01%.

Отмечено значительное стимулирование роста и развития проростков пшеницы всех трех испытанных сортов с САВ-3 – стебля примерно на 30%, корня на 20% (табл. 1). Влияние САВ-3 на прорастание зерен пшеницы замечено не было.

Таблица 1

**Биометрические данные пшеницы трех сортов в контроле и в присутствии САВ-3 (в см);  
*n* = 15**

Пшеница	Казахстанская 10		Северянка		Мирас	
	Дл стебля	Дл корня	Дл стебля	Дл корня	Дл стебля	Дл корня
Контроль	15,82±1,45	7,25±1,45	15,67±1,62	7,42±1,34	14,93±1,25	7,21±1,36
САВ-3	18,27±0,8 (25% стим)	9,97±0,81(1 8% стим)	16,77±1,64 (35% стим)	9,08±2,24 (22% стим)	16,12±1,16 (30% стим)	7,29±2,21

Было замечено более быстрое прорастание семян пшеницы в присутствии стимуляторов САВ-6 и САВ-7 (рис. 1, 2).

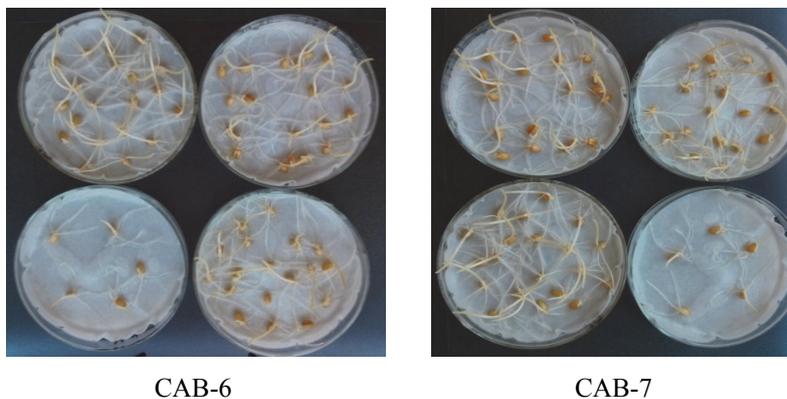


Рис. 1. Прорастание пшеницы Казахстанская-10, Северянка и Мирас в присутствии САВ-6 и САВ-7; контроль на воде внизу слева для САВ 6 и справа для САВ 7

Наблюдалась заметная стимуляция в 2-3 раза в процессе прорастания семян с добавками САВ-6 и САВ-7, в сравнении с проращиванием на воде (рис. 2). Но в процессе роста и развития проростков до 10 дней различие нивелировалось, разве что САВ-7 стимулировал рост корней примерно на 6,7%.



Рис. 2. Эффект стимулирования САВ-6 и САВ-7 процесса прорастания семян пшеницы

На 3-й день заметного различия в скорости прорастания пшеницы всех трех сортов с добавками САВ-10 и САВ-11 не наблюдалось, но на 5-й день было заметное стимулирование роста проростков на фоне контроля и даже САВ-10; и корни растений, выращенных в среде с добавлением САВ-11 были заметно длиннее, чем на САВ-10 (табл. 2, рис. 3).

У сорта «Северянка» корневая система была развита лучше и высота растения больше, что, по-видимому, генетически обусловлено.



Рис. 3. Стимулирование роста и развития проростков пшеницы в присутствии САВ-11 в сравнении с контролем (поддон слева)

Таблица 2

**Биометрические данные пшеницы трех сортов в контроле и в присутствии САВ-10 и САВ-11 (в см);  $n = 15$**

	Казахстанская10		Северянка		Мирас	
	Дл стебля	Дл корня	Дл стебля	Дл корня	Дл стебля	Дл корня
Контроль	17,13±2,43	11,27±1,16	16,61±2	12,64±1,46	15,96±1,42	11,32±1,73
САВ-10	14,39±1,74	6,25±0,84	15,43±1,62	10,32±1,11	12,91±0,85	8,59±1,72
САВ-11	18±1,48	11,81±1,39	18,14±1,67	12,86±1,71	17,11±1,42	11,46±2,03
	5%		9,20%		7,20%	

САВ-14 и САВ-15 подавляли рост растений пшеницы Казахстанская-10, Северянка и Мирас примерно на 50% и развитие корневой системы примерно на 80% (рис. 4), т.е. они являются ретардантами, подавляющие действие фитогормонов.



Рис. 4. Подавление роста (50%) и развития корневой системы (80%) у проростков пшеницы Казахстанская-10, Северянка и Мирас в присутствии САВ-14 и САВ-15

### **Выводы**

1. Биоскрининг новых элементо(N-,O-,S-,P- и/или F-)органических систем на семенах и проростках яровой пшеницы сортов Казахстанская-10, Северянка и Мирас показал значительную стимуляцию роста и развития в присутствии САВ-3 – стебля примерно на 30% и корня на 20%.

2. САВ-14 и САВ-15 проявили себя как ретарданты, подавляющие действие фитогормонов и тормозящие рост растений примерно на 50%, и развитие корневой системы примерно на 80%. Корневая система при этом была укороченная и утолщенная.

3. В рамках проведения НИР по результатам исследований будут рассмотрены возможности применения новых элементоорганических систем в качестве синтетических регуляторов прорастания, роста и развития зерновых культур в нормальных условиях и в условиях засухи.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Павликова Е.В. Эффективность систем зяблевой обработки почвы и регуляторов роста растений в технологии возделывания яровой пшеницы / Е.В. Павликова, О.А. Ткачук, А.Н. Орлов // Вестник АПК Верхневолжья. – 2012. – № 1 (17). – С. 34–38.

2. Ткачук О.А., Павликова Е.В., Орлов А.Н. Эффективность применения регуляторов роста при возделывании яровой пшеницы в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья // Молодой ученый. – 2013. – № 4. – С. 677–679.

3. Церковнова О.М. Влияние регуляторов роста на зимостойкость, урожайность и качество зерна озимой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья: автореф. ... дис. канд. с.-х. наук / О.М. Церковнова. – Пенза, 2009. – 22 с.

4. Офицерова О.А. Эффективность обработки семян стимулятором роста БИРР / О.А. Офицерова // Земледелие. – 2006. – № 1. – С. 45.

5. Баскаков Ю.А. Регуляторы роста растений. – М.: Знание, 2006. – С. 56–62.

6. Вавилов П.П. Практикум по растениеводству. – М.: Колос, 1983. – 352 с.

7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

### **БИОГРАФИЯ**

Я, Ли Тамара Энсуевна, работаю в области биохимии и биотехнологии растений и специализируюсь по устойчивости зерновых и зернобобовых культур к абиотическим стрессам. Работаю в должности ведущего научного сотрудника в Институте биологии и биотехнологии растений г. Алматы, Казахстан. Кандидат биологических наук по специальности «биохимия» с 1986 года. Область моих научных интересов включает биохимические и молекулярно-генетические механизмы устойчивости зерновых культур к абиотическим стрессам; рациональное использование растительных ресурсов, изучение биологически активных веществ из лекарственных растений.

Стажировки: Лаборатория биострессов (Проф. Г. Липс). Университет Бен-Гуриона, г. Сде-Бокер, Израиль (1998–1999 гг.). Лаборатория функциональной геномики (Проф. Х. Бонерт), Лаборатория фотосинтеза (Проф. С. Хубер) – Стипендия Фул-брайт. Университет Иллинойс, Институт биологии растений, г. Урбана, США (2005–2008 гг.). Опыт научной работы около 30 лет. Автор 100 публикаций, 7 из которых – в рецензируемых зарубежных научных изданиях с ненулевым импакт-фактором, индексируемых базами данных Web of Science, 2 инновационных патента РК.

## BIOSCREENING OF EFFECTIVE SYNTHETIC GROWTH REGULATORS ON WHEAT

T.E. Lee<sup>1</sup>, V.K. Yu<sup>2</sup>, G. Demeu<sup>3</sup>, N.U. Kystaubayeva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Plant Biology and Biotechnology Almaty, Kazakhstan,  
tamaralee05@gmail.com*

<sup>2</sup>*Kazakh-British Technical University, Institute of Chemical Sciences.  
Almaty, Kazakhstan, yu\_vk@rambler.ru*

<sup>3</sup>*Kazakh National University named after al-Farabi Almaty, Kazakhstan  
gulimdemeu98@gmail.com*

### Abstract

The effectiveness of the use of new growth regulators from the group of synthetic analogues of alkaloids on seeds and seedlings of spring wheat has been studied. An important element of modern agronomic technologies in plant growing is the use of plant growth regulators. They are able to influence on the metabolic processes in plants in small doses, which leads to significant changes in the growth and development of plants. Growth regulators are considered to be an environmentally friendly and economically viable way to increase the yield of crops allowing to realize the potential of plant organisms.

The studies were carried out on model samples of spring wheat *Triticum aestivum* Kazakhstanskaya-10, Severyanka and Miras. Severyanka and Miras are drought tolerant varieties, and the Kazakhstanskaya -10 was studied as a standard.

There was a significant stimulation of growth and development of wheat seedlings of all three tested varieties with SAV-3 - stems by about 30%, roots by 20%. It was observed faster germination of wheat seeds of all varieties in the presence of stimulants SAV-6 and SAV-7 in comparison with germination on water. SAV-14 and CAB-15 suppressed the growth of wheat seedlings of all three varieties by approximately 50% and the development of the root system by about 80%, i.e. they are retardants that suppress the action of phytohormones.

### **Conclusions**

1. Bioscreening of new growth regulators on seeds and seedlings of spring wheat varieties Kazakhstanskaya-10, Severyanka and Miras showed significant stimulation of growth and development in the presence of SAV-3 - stems by about 30% and roots by 20%.

2. SAV-14 and SAV-15 have shown themselves as retardants, suppressing the action of phytohormones and inhibiting plant growth by about 50% and root development by about 80%. Plants roots were shortened and thickened.

### **REFERENCES**

1. Tkachuk O.A., Pavlikova E.V., Orlov A.N. Efficiency of the growth regulators use in the cultivation of spring wheat in the conditions of forest-steppe zone of the Middle Volga region // Young Scientist. – 2013. – № 4. – P. 677–679.

2. Ofitserova O.A. Efficiency of seed treatment by growth stimulator BIRR / O.A. Ofitserova // Agriculture. – 2006. – № 1. – P. 45.

### **BIOGRAPHY**

I have been working in the field of biochemistry and plant biotechnology and focusing on the tolerance of cereals to abiotic stresses. I have been working as a leading scientific researcher at the Institute of Plant Biology and Biotechnology, Almaty, Kazakhstan since 1986. I received my scientific degree PhD, majoring in "biochemistry" at the Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Almaty, Kazakhstan in 1986. The field of my scientific interests includes biochemical and molecular genetic mechanisms of crops tolerance to abiotic stresses, rational use of plant resources - the study of biologically active substances (BAS) from medicinal plants.

#### Internships:

a) Laboratory of biostresses (Prof.H. Lips, Ben-Gurion University, Sde-Boker, Israel (1998-1999); b) Laboratory of functional genomics, Prof. H. Bonert – Fulbright Scholar, University of Illinois, Institute of Plant Biology, Urbana, IL, USA (2005-2008);

c) Laboratory of Photosynthesis, Prof.S.Huber – Fulbright Scholar, University of Illinois, Institute of Plant Biology, Urbana, IL, USA (2005-2008).

The experience of scientific work is 30 years. The author of 100 publications, 7 of which in peer-reviewed foreign scientific publications with a non-zero impact factor, indexed by the Web of Science databases, 2 innovation patents of the Republic of Kazakhstan.

**ТОКСИНЫ С НЕОБЫЧНЫМИ CYS-ПАТТЕРНАМИ ИЗ ЯДА МОРСКИХ АНЕМОН ВИДА *CNIDOPUS JAPONICUS***

**А.Н. Миков<sup>1</sup>, В.В. Бабенко<sup>2</sup>, В.А. Манувера<sup>2,3</sup>, Н.А. Аниканов<sup>2</sup>, С.И. Ковальчук<sup>1,2</sup>,  
Я.А. Андреев<sup>1</sup>, Ю.А. Логашина<sup>1</sup>, Д.А. Корнилов<sup>2,3</sup>, А.И. Манолов<sup>2,3</sup>,  
Н.П. Санамян<sup>4</sup>, К.Е. Санамян<sup>4</sup>, Е.С. Кострюкова<sup>2,3</sup>, С.А. Козлов<sup>1</sup>, Е.В. Гришин<sup>1</sup>,  
В.М. Говорун<sup>2,3</sup>, В.Н. Лазарев<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>*ФГБУН Институт Биоорганической Химии им. академиков М.М. Шемякина  
и Ю.А. Овчинникова Российской академии наук, Москва,  
mikov.alexander@gmail.com*

<sup>2</sup>*ФГБУ ФНКЦ Физико-Химической Медицины ФМБА России, Москва*

<sup>3</sup>*Московский Физико-Технический Институт (ГУ), Долгопрудный*

<sup>4</sup>*Камчатский филиал ФГБУН Тихоокеанского института географии ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский*

Морские анемоны (актинии; лат. Actiniaria) – отряд животных, входящий в тип стрекающие (лат. Cnidaria), который в свою очередь относится к классу коралловых полипов (лат. Anthozoa). Это малоподвижные хищники, которых легко принять за растительные «украшения» морского дна, нежели за хищных животных.

Яд, синтезируемый в специальных стрекательных клетках-нематоцитах, содержит большое количество биологически активных полипептидов с самыми разнообразными функциями. Это, а также относительная безопасность морских анемонов для людей, привело к пристальному изучению их ядов и открытию в них большого количества полипептидных компонентов, перспективных в качестве молекулярных инструментов исследования различных биологических мишеней.

Классические методы токсикологии, позаимствованные из биохимии, молекулярной биологии и нейробиологии, позволяют изучать отдельные единичные пептидные токсины морских анемонов очень детально, но при этом требуют значительных финансовых и трудовых затрат. При этом общее разнообразие аминокислотных последовательностей пептидных токсинов яда остаётся не изученным. Это не позволяет посмотреть на всё разнообразие пептидных токсинов данного яда.

Существует альтернативный подход. Если изначально сфокусироваться только на токсинах, представляющих собой биополимеры аминокислот, можно применять существующие сейчас – и постоянно улучшаемые – высокопроизводительные *омикс*-методы. Эти методы позволяют получать информацию об аминокислотных последовательностях сразу множества пептидных, полипептидных и/или белковых токсинов. Такой подход имеет одну принципиальную слабость – он не позволяет установить биологическую активность токсинов. Зато он позволяет строить большие базы данных, которые дают представление сразу обо всём многообразии токсинов, и о комбинаторной природе яда. Под высокопроизводительными подходами в данном контексте имеются ввиду два набора мощных экспериментальных подходов – транскрип-

томные и протеомные методы исследования, получившие общее название *омикс-методов*.

Транскриптомика (англ. *transcriptomics*) получила становление и развитие благодаря созданию и улучшению методов секвенирования нуклеиновых кислот (поли-нуклеотидов). Транскриптомика преследует цель получения исчерпывающей информации о последовательностях транскриптов того или иного объекта. На основании последовательности транскриптов можно напрямую получать информацию о тех белках и пептидах, которые они кодируют. Таким образом, в отличие от геномных методов, транскриптомика позволяет получать информацию о тех молекулах, которые будут экспрессироваться и использоваться в организме «здесь и сейчас», а не о всех закодированных последовательностях белков в принципе, как при анализе генома.

Протеомика (англ. *proteomics*) представляет собой применение разнообразных масс-спектрометрических подходов для качественного и количественного анализа пептидных, полипептидных и белковых смесей. Как и в транскриптомике, акцент здесь стоит на одновременном получении информации сразу о многих биополимерах. Можно выделить четыре типа информации, которую можно получать с использованием протеомных методов в применении к ядам животных.

Большое количество информации о компонентном составе яда и о его вариабельности можно получить, комбинируя транскриптомный и протеомный подходы. Благодаря такой комбинации есть возможность выстраивать корреляции между разнообразием мРНК и составом полипептидов в реальном цельном яде, полученном от конкретного ядовитого животного в определённый момент его развития, в определённых фиксированных условиях. Это позволяет делать выводы о создании молекулярного разнообразия токсинов яда и влияния внешних факторов на эти процессы.

Исследования компонентного состава ядов морских анемон затруднены тем, что специализированные ядовитые стрекательные клетки (нематоциты), предназначенные для атаки объектов охоты, распределены сравнительно равномерно по поверхности туловищ морских анемон. Таким образом, при выделении мРНК, выделяются не только транскрипты, кодирующие токсины и токсин-подобные компоненты, но и транскрипты, кодирующие самые разнообразные «служебные» белки обычных клеток.

При использовании секвенирования нового поколения (англ. *next-generation sequencing, NGS*) для транскриптомного анализа морских анемон и их ядов, это приводит к тому, что многие риды, которые должны бы были при стандартной сборке войти в контиги, кодирующие пептидные токсины, в силу тех или иных причин входят в контиги «служебных» белков не-стрекательных клеток, таким образом существенная часть информации о разнообразии потенциальных токсинов яда может быть потеряна. Такие проблемы не возникают, например, при транскриптомном анализе ядовитых желёз пауков, поскольку желёзы представляют собой специализированные компарт-

менты, в которых преимущественно синтезируются только молекулы токсинов, и подавлена экспрессия всех других типов молекул.

В данной работе, мы проводили комбинированный транскриптомный и протеомный анализ с учётом этих сложностей анализа данных для морских анемонов. В качестве объекта исследования служили две особи морской анемоны вида *Cnidopus japonicus* с разной окраской туловища (светло-красного цвета CjR, и светло-жёлтого цвета CjY). Выведенные с помощью транскриптомного анализа последовательности пептидных, полипептидных и белковых молекул верифицировались с помощью протеомики.

Из щупалец морских анемонов выделялась мРНК, из получалась кДНК. После создания библиотек кДНК, было проведено их секвенирование, которое дало два независимых набора данных: один для CjY (*C. japonicus*, жёлтая особь), и второй для CjR (*C. japonicus*, красная особь). Секвенирование библиотек кДНК проводилось на приборе (секвенаторе) Ion Torrent PGM на 318-ом чипе.

Для сборки и идентификации генов, кодирующих пептидные, полипептидные и белковые компоненты яда были использованы три стратегии обработки данных, обозначенные следующим образом: стратегия 1, стратегия 2 и стратегия 3.

Стратегия 1 была основана на анализе консенсусных последовательностей (изотипов), полученных в результате *de novo* сборки. В данной стратегии активно использовался алгоритм BlastX. Для аннотации была использована локальная база данных последовательностей белковых последовательностей NR (так называемая «неизбыточная» база данных белковых последовательностей, англ. non-redundant database).

Стратегия 2 была основана на удалении неинформативных сырых ридов (от которых предварительно отрезались адаптерные последовательности) из общего набора сырых ридов с использованием алгоритма BlastX. Анализ проводился до сборки контигов. В качестве референсной базы мы использовали все последовательности токсинов, аннотированные в специализированной базе данных UniProt animal toxin annotation project.

Цель стратегии 3 состояла в сборке и поиске транскриптов, близких по структуре к полипептидным токсинам из ядов морских анемонов. Согласно современным представлениям, пептидные компоненты ядов морских анемонов подразделяются на несколько структурных групп согласно особенностям распределения остатков цистеина по аминокислотной последовательности токсинов. На момент проведения исследования, выделялось 16 таких структурных групп. Была составлена база известных токсинов морских анемонов, которая включала аминокислотные последовательности из базы данных UniProt (индикаторы использованных последовательностей токсинов из базы UniProt – всего было 98 таких токсинов – приведены в Table S2), а также были использованы транслированные нуклеотидные последовательности из базы GeneBank, кодирующие токсины и токсин-подобные молекулы морских анемонов. В целом, было собрано 289 аминокислотных последовательностей, которые были рассортированы по

16 группам, в зависимости от принадлежности токсина к одной из структурных групп токсинов морских анемонов. С использованием алгоритма TfastX (с мягким значением отсечки E-value = 1.0), каждый из 16-ти наборов известных токсинов отдельно сравнивался с сырыми ридами наборов CjY и CjR, соответственно. Для сборки контигов использовалась программа CLC Genomics Workbench 7. В результате сборки 197,430 ридов (для образца CjY) and 204,987 ридов (для образца CjR) было получено 3636 и 3760 контигов для образцов CjY и CjR, соответственно. Все полученные таким образом контиги транслировались по 6-ти рамкам считывания. После этого, были использованы дополнительные фильтры для отбора релевантных аминокислотных последовательностей. А именно, было произведено удаление открытых рамок считывания/белков-предшественников которые:

- (1) имели длину менее 50 а.о.;
- (2) содержали «ранние» терминальные кодоны;
- (3) имели в своей последовательности аминокислоту, посторяющуюся более 5-ти раз подряд;
- (4) не имели в своём составе сигнального пептида.

После применения такого фильтра, количество белковых последовательностей сократилось до 1208 и 1392 для образцов CjY и CjR, соответственно.

На основании наличия структурной гомологии с известными молекулами, полипептиды яда *C. japonicus* идентифицированные протеомикой были подразделены на 3 группы, которые были названы:

- а) нейротоксины (англ. *neurotoxic peptides*, AnmTX Cj);
- б) токсин-подобные молекулы (англ. *toxin-like molecules*, CjTL);
- в) полипептиды *C. japonicus* (англ. *C. japonicus polypeptides*, CjPP).

Наиболее интересными представлялись молекулы AnmTX Cj 1c-1, CjTL7 и CjTL8, которые были получены в рекомбинантном виде и для которых была показана биологическая активность – этим молекулам в докладе будет отведено отдельное место.

## БИОГРАФИЯ

Я, Миков Александр Николаевич, работаю в области биоорганической химии и нейробиологии и специализируюсь на изучении разнообразия токсинов из ядов животных и их действия на различные нейрорецепторы. Работаю младшим научным сотрудником в ФГБУН Институте Биоорганической Химии им. акад. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН, город Москва.

Специалист, специальность «Химия», специализация «Биоорганическая химия» (Химический ф-т МГУ), с 2013 года. Область моих научных интересов включает такие науки о жизни как биоорганическая химия, нейробиология, молекулярная биология, токсикология и веномика.

**TOXINS WITH UNUSUAL CYS-PATTERNS FROM THE VENOM  
OF THE *CNIDOPUS JAPONICUS* SEA ANEMONES**

**A.N. Mikov<sup>1</sup>, V.V. Babenko<sup>2</sup>, V.A. Manuvera<sup>2,3</sup>, N.A. Anikanov<sup>2</sup>, S.I. Kovalchuk<sup>1,2</sup>,  
Y.A. Andreev<sup>1</sup>, Y.A. Logashina<sup>1</sup>, D.A. Kornilov<sup>2,3</sup>, A.I. Manolov<sup>2,3</sup>, N.P. Sanamyan<sup>4</sup>,  
K.E. Sanamyan<sup>4</sup>, E.S. Kostryukova<sup>2,3</sup>, S.A. Kozlov<sup>1</sup>, E.V. Grishin<sup>1</sup>, V.M. Govorun<sup>2,3</sup>,  
V.N. Lazarev<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>*Shemyakin-Ovchinnikov Institute of Bioorganic Chemistry  
of the Russian Academy of Sciences, Moscow,  
mikov.alexander@gmail.com*

<sup>2</sup>*Federal Research and Clinical Centre of Physical-Chemical Medicine, Moscow*

<sup>3</sup>*Moscow Institute of Physics and Technology (State University), Dolgoprudny*

<sup>4</sup>*Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute,  
Far-Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences,  
Petropavlovsk-Kamchatsky*

Most scientific knowledge about the components of sea anemone venoms is obtained by studying warm-water sea anemones. Cold-water sea anemone venoms are studied far less. We employed an approach based on the NGS sequencing of transcriptomes (RNA-seq) to analyse the diversity of expressed peptides and protein molecules in 2 specimens of the cold-water sea anemone *C. japonicus* and validated the results using proteomics. Moreover, we functionally characterised 3 polypeptides from *C. japonicus* venom through toxicity tests on crustaceans and insects.

After cDNA library preparation, we obtained 2 independent datasets for *C. japonicus* Yellow (a yellow specimen of *Cnidopus japonicus*) and *C. japonicus* Red (a red specimen of *Cnidopus japonicus*). The cDNA libraries were sequenced using an Ion Torrent PGM sequencer with a 318 chip.

Three methods were employed to identify the sequences of the genes encoding the venom components. Method 1 was based on the analysis of all consensus sequences (isotigs) obtained as a result of de novo assembly using a local BlastX algorithm. The reference database NR was used for annotation. During the next stage, all selected isotigs that were homologous to known toxins were translated using 6 reading frames in the «Predicted protein set 1» database compilation. This database was then compared with proteomics data to identify the toxins expressed. Venom samples from *C. japonicus* Yellow and *C. japonicus* Red were analysed separately.

Method 2 was based on the elimination of raw reads using a local BlastX algorithm. The analysis of reads, which was performed without the preliminary assembly of contigs, led to the identification of reads corresponding to toxin sequences. As a reference database, we used all toxin sequences from the UniProt animal toxin annotation program. Then, reads corresponding to animal toxins were assembled into contigs using Newbler. Finally, these contigs were translated using 6 reading frames in «Predicted protein set 2» for subsequent validation by proteomics.

The aim of method 3 was to assemble transcripts related to the polypeptide toxins of sea anemones. Based on current scientific knowledge, the peptide components of sea anemone venoms were subdivided into several structural groups according to differences in the cysteine residue distribution. In total, 16 protein sets were constructed using 289 amino acid sequences from UniProt and the translated nucleotide sequences of the toxins. Each set of toxins was then separately compared to the raw reads using TfastX, and reads that shared sequence similarities with toxins were subjected to further assembly. As a result, 197,430 reads for *C. japonicus* Yellow and 204,987 reads for *C. japonicus* Red were assembled into 3636 and 3760 contigs, respectively, employing CLC Genomics Workbench 7. All assembled contigs were translated using 6 reading frames, and additional filtration steps were applied, including the exclusion of ORF/precursor proteins that (1) were shorter than 50 aa, (2) contained early termination signals, (3) exhibited more than 5 amino acid repeats, and (4) lacked a signal peptide ("filter 3"). After applying filter 3, the numbers of sequences were reduced to 1208 and 1392, respectively.

The results of the assemblies obtained using methods 1, 2, and 3 were subjected to further proteomics verification, analysis and annotation. Not all of the transcriptome-predicted components were validated by proteomics; in total, 27 polypeptide and protein sequences were validated in the *C. japonicus* Yellow and *C. japonicus* Red samples, including 5 large secreted protein molecules and 22 polypeptide molecules. Furthermore, we focused only on proteomics-validated molecules.

On the basis of their structural homology with known molecules, the polypeptides that were validated using proteomics were subdivided into 3 groups: neurotoxic peptides (AnmTX Cj), toxin-like molecules (CjTL) and *C. japonicus* polypeptides (CjPP).

The most exciting thing is that peptide AnmTX Cj 1c-1 and 2 predicted toxin-like peptides CjTL7 and CjTL8 exhibited new, previously unseen Cys-patterns. We obtained these molecules in *E. coli* and identified its biological activity. The biological activity of the new toxins (AnmTX Cj 1c-1, CjTL7 and CjTL8), according to our experiments, shows preferential toxicity to crustaceans. CjTL8 exhibits the highest crustacean toxicity and selectivity among these new polypeptides.

## BIOGRAPHY

I work in the field of biological chemistry focusing on the animal venom toxins diversity and its action on different neuroreceptors. I'm work as a junior research assistant and technical research assistant in the Shemyakin-Ovchinnikov Institute of Bioorganic Chemistry of the Russian Academy of Sciences since 2013. I received my Specialist degree from Department of Chemistry of Moscow State University, Moscow, Russia in 2013. My research interests include such life science branches as biological chemistry, neurochemistry, molecular biology, toxinology and venomics.

## СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АЛКОГОЛЬНОЙ ИНТОКСИКАЦИИ ПРИ СКОРОПОСТИЖНОЙ СМЕРТИ

С.Б. Наджмитдинов, О.И. Хван, Б.А. Абдукаримов

*Ташкентский педиатрический медицинский институт*

Алкоголизм и наркомания ставят перед медициной и обществом множество вопросов, решение которых возможно лишь на основе многофакторного анализа, который может быть осуществлен только при условии широкого взаимодействия ученых как медицинского, так и других профилей: юристов, социологов, наркологов, психиатров и т.д. [1, 3]. В полной мере это относится и к судебным медикам, имеющим дело с самыми тяжелыми последствиями алкоголизма и наркомании вплоть до смертельных исходов. В судебно-медицинском аспекте продолжают оставаться недостаточно разработанными вопросы алкогольной интоксикации при скоропостижной смерти [2].

**Целью данного исследования** стал анализ скоропостижной смерти в состоянии алкогольного опьянения различной степени за 2005-2015 годы по городу Ташкента.

### **Материалы и методы**

Проанализированы 1075 вскрытий, произведенных в случаях скоропостижной смерти в возрасте от 18 до 46 лет. Установлено, что в 238 случаях из них находились перед смертью в состоянии алкогольного опьянения в различной степени: в состоянии легкого опьянения 114 (49,4%), опьянения средней степени – 65 (27,16%); сильного опьянения - 22 (7,33%), тяжелой алкогольной интоксикации – 37 (11,67%). При алкогольной интоксикации сильной и тяжелой степени, после получения результатов судебно-химического исследования основной причиной скоропостижной смерти указывалось острое отравление этиловым спиртом. При меньших концентрациях алкоголя в крови интоксикация алкоголем рассматривалась как способствующий фактор наступлению смерти.

### **Результаты исследования**

Анализ скоропостижной смерти показал, что ведущее место среди их причин продолжают занимать заболевания сердечно – сосудистой системы. Из них 91,11% выпадает на долю ишемической болезни сердца, а остальные приходятся на долю атеросклероза, гипертонической болезни и пороков сердца различной этиологии.

Среди причин скоропостижной смерти были заболевания органов дыхания (20,49%); наиболее часто – это пневмонии, плеврит, туберкулез легких, бронхиальная астма.

Морфологическими исследованиями нами было установлено, что у группы лиц, умерших скоропостижно при умеренных концентрациях алкогольной интоксикации, в отличие от лиц, умерших от сердечно – сосудистой патологии не принимающих ал-

коголь имелись существенные различия. Так при сопутствующей алкогольной интоксикаций в кардиомиоцитах наблюдались наряду с зернистой и вакуольной дистрофией, выявляется исчезновение ядра по типу кариолиза. В мышечных волокнах отмечается нарушение поперечной исчерченности.

При биохимическом исследовании были выявлены нарушения липидного обмена: увеличение содержания липидов в плазме крови и во многих внутренних органах (печени, в миокарде). Была установлена зависимость степени увеличения липидов в плазме от концентрации этанола в крови. Кроме того, было выявлено увеличение триглицеридов, свободных жирных кислот, фосфолипидов и свободного холестерина.

### **Выводы**

1. Среди причин скоропостижной смерти, ведущее место занимают заболевания сердечно – сосудистой системы.
2. Алкоголь является фактором, способствующим наступлению смерти от сердечно – сосудистых заболеваний и заболеваний органов дыхания.
3. Дополнительными критериями сопутствующего влияния алкоголя на наступление смерти являются характерные морфологические и биохимические изменения во внутренних органах.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Мамедов В.К. Судебно-медицинская оценка механизмов смерти по изменениям внутренних органов при отравлении этиловым спиртом: дис. ... д-ра мед. наук. – Москва, 2004. – 214 с.
2. Патология проводящей системы сердца в танатогенезе внезапной смерти при алкогольной кардиомиопатии и ишемической болезни сердца / Кульбицкий Б.Н., Ларев З.В., Федулова М.В., Денисова О.П., Богомолов Д.В. // Судебно-медицинская экспертиза. – 2012. – № 2. – С. 62–65.
3. Tabakoff B., Hoffman P.L. Animal models in alcohol research // Alcohol. Res. Health. – 2000; Vol. 24; N 2; P. 77–84.

### **БИОГРАФИЯ**

Я, Наджимитдинов Саидолим Баходирович, работаю в области судебно-медицинской экспертизы и специализируюсь по общей судебно-медицинской экспертизе. Докторант кафедры судебной медицины и медицинского права Ташкентского Педиатрического Медицинского Института Область моих научных интересов включает в себя исследования острых и хронических интоксикация алкоголем и его суррогатами судебно-медицинской практике.

## FORENSIC-MEDICAL CHARACTERISTICS OF ALCOHOL INTOXICATION IN SUDDEN DEATH

S.B. Nadjmitdinov, O.I. Hwang, B.A. Abdugarimov

*Tashkent pediatric medical Institute*

Alcoholism and drug addiction pose a lot of questions to medicine and society, the solution of which is possible only on the basis of multivariate analysis, which can be carried out only if a wide interaction of scientists, both medical and other profiles: lawyers, sociologists, narcologists, psychiatrists, etc. [1, 3]. This fully applies to the forensic doctors dealing with the most severe consequences of alcoholism and drug addiction up to deaths. The issues of alcohol intoxication in case of sudden death continue to be insufficiently developed in the forensic aspect [2].

**The purpose of this study** was to analyze the sudden death in a state of intoxication of varying degrees for 2005-2015 in the city of Tashkent.

### **Materials and methods**

1075 autopsies were analyzed in cases of sudden death at the age of 18 to 46 years. It was found that in 238 cases of them were in a state of alcoholic intoxication before death to varying degrees: in a state of mild intoxication 114 (49.4%), medium intoxication – 65 (27.16%); strong intoxication – 22 (7.33%), severe alcohol intoxication – 37 (11.67%). In case of alcohol intoxication of a strong and severe degree, after obtaining the results of the forensic chemical study, acute poisoning with ethyl alcohol was indicated as the main cause of sudden death. At lower blood alcohol concentrations, alcohol intoxication was considered to be a contributing factor to death.

### **Research result**

Analysis of sudden death showed that the leading place among the causes of their continue to occupy diseases of the cardiovascular system. Of these, 91.11% falls on the share of coronary heart disease, and the rest fall on the share of atherosclerosis, hypertension and heart diseases of various etiologies.

Among the causes of sudden death were respiratory diseases (20.49%); the most common are pneumonia, pleurisy, pulmonary tuberculosis, asthma.

Morphological studies have shown that the group of people who died suddenly at moderate concentrations of alcohol intoxication, unlike those who died of cardiovascular disease do not take alcohol, had significant differences. So with concomitant alcohol intoxication in cardio myocytes were observed along with granular and vacuole dystrophy, the disappearance of the nucleus by type of karyolysis is revealed. In muscle fibers there is a violation of the transverse striations.

The biochemical study revealed lipid metabolism disorders: increased lipid content in blood plasma and in many internal organs (liver, myocardium). The dependence of the degree of increase of lipids in plasma on the concentration of ethanol in the blood was established. In addition, an increase in triglycides, free fatty acids, phospholipids and free cholesterol was revealed.

### **Summary**

1. Among the causes of sudden death, the leading place is occupied by diseases of the cardiovascular system.

2. Alcohol is a contributing factor to the onset of death from cardiovascular and respiratory diseases.

3. Additional criteria for the concomitant effect of alcohol on the onset of death are characteristic morphological and biochemical changes in the internal organs.

### **LITERATURE**

1. Mammadov.K. Forensic evaluation mechanisms of death on changes of internal organs in case of poisoning by ethyl alcohol: dissertation ... D. M. Sciences: – Moscow, 2004; 214 p.

2. Pathology of the cardiac conduction system in tanatogenesis of sudden death in alcoholic cardiomyopathy and coronary heart disease / Kulbitsky B.N., Larev Z.V., Fedulov M.V., Denisova O.P., Bogomolov D.V. // Forensic medical examination. – 2012; № 2; P. 62–65.

3. Snuff., Hoffman, P. L. animal models in the study of alcohol // alcohol. Research Health. – 2000; Vol. 24; N2; Pp. 77–84.

### **BIOGRAPHY**

I am Nadzhimitdinov Saidalim Bahodirovich work in the field of forensic examination and specializers on General forensic. Doctoral student of the Department of forensic medicine and medical law of the Tashkent Pediatric medical Institute Area of my scientific interests includes the study of acute and chronic intoxication with alcohol and its surrogates in forensic practice.

## **ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ СИСТЕМЫ ВВОДА ИНФОРМАЦИИ КАК ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ МАЛОЙ ЗЕЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

**И.Т. Пак<sup>1</sup>, И.Э. Сулейменов<sup>2,3</sup>, С.Т. Байпакбаева<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Институт информационных и вычислительных технологий, Алматы, Казахстан,  
rak.it@mail.ru*

<sup>2</sup>*Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Казахстан,  
esenyeh@yandex.ru*

<sup>3</sup>*National Engineering Academy of Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan*

В работе рассматриваются системы ввода информации, основанные на принципе оптической кодировки, с использованием солнечных панелей в качестве светоприемника, как пример реализации концепции малой зеленой энергетики.

В работах [1–4] была предложена конструкция клавиатур с оптической кодировкой, основной особенностью которых является упрощенная конструкция клавиш. Существует возможность обеспечить передачу оптического сигнала за счет оптико-механического контакта между двумя световодами. В развитие этой идеи в [5] была предложена конструкция клавиатуры с оптической кодировкой, в которой приемником излучения является фотоэлектрическая панель. Принцип действия такой клавиатуры основывается на передаче оптического сигнала на панель при механической деформации световода, отдельные участки которого и выполняют функции клавиш.

Устройства такого типа могут рассматриваться как пример конкретной реализации концепции «малой зеленой энергетики». А именно, стоимость электрической энергии, вырабатываемой фотоэлектрическими панелями, в настоящее время остается достаточно высокой, поэтому их использование индивидуальными потребителями остается ограниченным. Эксплуатация фотоэлектрических панелей становится привлекательной для индивидуального потребителя тогда, когда они параллельно выполняют другие функции. Конструкция клавиатуры, предложенная в [5], обладает дополнительным преимуществом: она является складывающейся, и раскладывается двумя способами, отвечающих режиму ввода информации и режиму подзарядки гаджета. Два варианта раскладки обеспечиваются особой конструкцией перекидных петель, внутри которых располагаются также соединительные провода. В режиме ввода информации поверх солнечной панели в конструкции [5] располагается блок ввода информации; тот факт, что используемый контакт является оптическим позволяет просто наложить его поверх панели без каких-либо дополнительных сочленений. При необходимости перевести устройство в режим генерации электроэнергии оптический блок проворачивается на петле, и фотоэлектрическая панель становится доступной для солнечных лучей. Конструкция, описанная в [3] вполне работоспособна, однако, у нее остается эксплуатационный недостаток: потребитель должен произвести определенные манипуляции с тем, чтобы перевести устройство из одного режима в другой. Как бы просты эти манипуляции не были, они неизбежно будут приводить к снижению выработки электроэнергии (можно забыть их выполнить и т.д.).

Этот недостаток можно устранить, если блок, располагаемый поверх солнечной фотоэлектрической панели, будет прозрачным для излучения оптического диапазона. В этом случае он может располагаться поверх фотоэлектрической панели стационарно. Задача по созданию такого блока решается в данной работе. Обеспечение прозрачности блока ввода информации достигается тем, что вместо световодных элементов, использующих эффект полного внутреннего отражения, применяются полые световодные элементы.

Простейшей разновидностью такого элемента является полая трубка, выполненная из эластичного полимерного материала. Такая трубка действительно обладает световодными свойствами при условии, что угол падения излучения, распространяющегося внутри нее, на поверхность трубки приближается к  $90^{\circ}$ . (Т.е. угол между направлениями лучей и оптической осью трубки мал.) В этом случае, как вытекает из формул Френеля, коэффициент отражения от внутренней поверхности трубки при-

ближается к единице, несмотря на то, что коэффициент преломления среды внутри трубки (воздух) намного меньше коэффициента преломления материала трубки, т.е. световодный элемент такого типа принципиально отличается от использующих полное внутренне отражение. Простейшие расчеты показывают, что рабочий диапазон углов составляет  $80 - 90^{\circ}$  (или  $0 - 10^{\circ}$ , если угол отсчитывает от оптической оси). Подчеркиваем, что коэффициент отражения в таких условиях отличается от единицы, но полую трубку все же можно использовать как световодный элемент, поскольку речь идет о передаче оптического сигнала на расстояния не более 20 см. Прозрачность оптического блока клавиатуры, стационарно располагаемого поверх фотоэлектрической панели, в данном случае обеспечивается тем что солнечные лучи попадают на поверхность световодных элементов под небольшими углами падения, соответственно потери в свете не превышают 10%, что также вытекает непосредственно из формул Френеля. Очевидным преимуществом использования световодных элементов такого типа является также возможность использования максимально дешевых прозрачных материалов для их изготовления. Конкретно, в данной работе показано, что в качестве световодных элементов можно использовать прозрачные полиэтиленовые трубки. В данном случае оптическая конструкция клавиатуры сводится к набору прозрачных трубок, стационарно располагаемых поверх солнечной фотоэлектрической панели. К каждой из трубок подключен светодиод; на светодиоды подается тактируемый импульс, что позволяет идентифицировать номер столбца в матрице клавиш при нажатии на световод. Идентификация строки осуществляется за счет использования сегментированной фотоэлектрической панели, т.е. полоски панели отвечают строкам в матрице клавиш, а полые световодные элементы – столбцам.

Существенно, что используемые световодные элементы не обязательно должны обладать цилиндрической симметрией. Это дает возможность варьировать их геометрию в широких пределах в целях повышения механической прочности оптических элементов схемы, а также удешевления технологии производства. Расчеты стоимостных показателей изделия показывают, что в его стоимости более 90% составляет цена собственно фотоэлектрической панели, что определяется низкой стоимостью оптической части, сопоставимой со стоимостью упаковочного полиэтиленового пакета.

Таким образом, организация производства клавиатур с оптической кодировкой, использующих полые световодные элементы, действительно полностью отвечает концепции малой зеленой энергетики и обеспечивает дополнительный рынок сбыта для солнечных фотоэлектрических панелей, а также возможность подзарядки гаджетов в непрерывном режиме.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Байкенов А.С., Панченко С.В., Дюсенгалиева Д., Обухова П.. Новые подходы к разработке клавиатур для сотовых телефонов // Известия научно-технического общества КАХАК – 2012. – № 39. – С. 58–63.
2. Сулейменов И.Э., Обухова П., Седлакова З.З., Мун Г.А., Панченко С.В., Семенякин Н.. Использование композитных полимерных материалов для систем ввода символической

информации с оптическим кодированием сигнала // Вестник КазНТУ. – 2015. – № 6. – С. 103–110.

3. Игликов И.В., Обухова П., Седлакова З.З., Сулейменов И.Э. Новая разновидность клавиатуры с оптической кодировкой // Вестник КазНТУ. – 2015. – № 6. – С. 111–116.

4. Мун Г.А., Сулейменов И.Э., Панченко С.В., Седлакова З.З., Бакиров А.С., Игликов И.В. Системы ввода информации: проблемы и перспективы // Алматы: Print Express. – 2016. – С. 239.

5. Витулева Е.С., Байпакбаева С.Т., Сулейменов И.Э. Конструкция складывающихся клавиатур на основе солнечных фотоэлектрических панелей // Вестник КазНТУ. – 2018. – № 3 (127). – С. 107–113.

### БИОГРАФИЯ

Я, Сулейменов Ибрагим Эсенович, работаю в области физической химии и информационных технологий и специализируюсь, в том числе, на создании наноразмерных систем, в которых протекает контролируемая эволюция. Работаю профессором Алматинского университета энергетики и связи, Алматы, Казахстан. Доктор химических наук с 2000 года, кандидат физико-математических наук с 1990 года. Область моих научных интересов включает: физическая химия, физическая оптика, теория информации, теория нейронных сетей, теория искусственного интеллекта.

### ENERGY-SAVING INFORMATION INPUT SYSTEMS AS AN EXAMPLE OF SMALL GREEN ENERGY IMPLEMENTATION CONCEPT

I.T. Pak<sup>1</sup>, I.E. Suleimenov<sup>2</sup>, S.T. Baipakbaeva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Information and Computational Technologies, Almaty, Kazakhstan, pak.it@mail.ru*

<sup>2</sup>*Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan, esenych@yandex.ru*

Keyboard design with optical coding was proposed in the works [1, 2], its main feature is a simplified keyboard key design. Namely, it is possible to provide transmission of the optical signal by means of the optical-mechanical contact between the two light guides. To encourage idea in the paper [3], a keyboard design with optical coding was proposed, where the radiation receiver is photovoltaic panel. The principle of such a keyboard operation is based on the transmission of the optical signal to the panel during mechanical deformation of the light guide, in which individual sections are used as the keys of the keyboard.

Devices of this type could be considered as an example of a specific implementation of the concept of "small green energy", because there is photovoltaic panels have the dual function (besides generating electricity). The proposed design of the keyboard in the paper

[3] has a folding structure. It is folding in two ways: meeting to the information input mode and the charging mode of the gadget. The used contact is optical, so the optical unit in the information input mode is placed on top of the panel without any additional joints.

The design was described in the paper [5] has the following drawback. The consumer must make some manipulations in order to transfer the device from one mode to another. This disadvantage can be eliminated if the unit is located on top of the solar photovoltaic panel, which is transparent to radiation of the optical range and fixed to it permanently. Ensuring the transparency of the information input unit is achieved by using hollow lightguiding elements instead of the light guides, which is using the effect of total internal reflection. The simple type of these elements are hollow tube, made from elastic polymer material. Such a tube does have lightguiding properties only if the angle of radiation incidence, is propagating inside, approaches the surface of the tube to  $90^\circ$ . (i.e, the angle between the directions of the rays and the optical axis of the tube is small.)

In this case, as follows from Fresnel's formulas, the reflection coefficient from the inner surface of the tube approximately equal to unity, in spite of the fact that the refractive index of the medium inside the tube (air) is much smaller than the refractive index of the tube material. The reflection coefficient under such conditions differs from unity, but the hollow tube can be used as a lightguiding element, since the optical signal is transmitted at distances not exceeding 20 cm. The transparency of the keyboard optical unit permanently located on top of the photovoltaic panel, in this case it is provided by the fact that the sun's rays fall on the surface of the lightguiding elements at small angles of incidence, respectively, the losses in light do not exceed 10%, which also follows directly from the Fresnel formulas.

Thus, the organization of production of optical coded keypads using hollow fiber-optic elements does indeed fully meet the concept of small green energy and provides an additional market for solar photovoltaic panels.

#### REFERENCE

1. Iglukov I.V., Obukhova P., Sedlakova Z., Suleimenov I.E. A new type of keyboard with optical encoding // Bulletin of KazNTU. – 2015. – № 6. – P. 111–116.
2. Mun G.A., Suleimenov I.E., Panchenko S.V., Sedlakova Z.Z., Bakirov A.S., Iglukov I.V.. Information input systems: problems and prospects. – Almaty: Print Express, 2016. – P. 239.
3. Vituleva E.S., Baipakbayeva S.T., Suleimenov I.E. The design of folding keyboards based on solar photovoltaic panels // Bulletin of KazNITU. – 2018. – № 3 (127). – P. 107–113.

#### BIOGRAPHY

My name is Ibraghim Suleimenov. I work in the field of physical chemistry, information technologies and creating of nano-sized systems in which controlled evolution takes place. I work as a professor at the Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan. I received my doctoral degree in 2000, and my Candidate degree in 1990. The field of my scientific interests includes: physical chemistry, physical optics, information theory, neural networks theory, artificial intelligence theory.

## МАРКЕТИНГОВЫЙ АНАЛИЗ АССОРТИМЕНТА УРОЛОГИЧЕСКИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ В АПТЕЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

**Т.В. Пак**

*Российский университет дружбы народов, Москва,  
pak\_tv@rudn.university*

Проведен маркетинговый анализ ассортимента урологических лекарственных препаратов в аптечной организации. Определены методические подходы к формированию оптимального ассортимента препаратов этой группы с использованием ABC- и XYZ-анализа.

Обострение конкуренции в розничном звене фармацевтического рынка России, рост товарной номенклатуры в связи с увеличением количества отечественных и зарубежных дженериков, появлением новых лекарственных форм и комбинаций уже зарекомендовавших себя лекарственных средств требуют от управленческого персонала внимательного отношения к ассортиментной политике аптечной организации. Использование маркетинговых методов анализа позволит оптимизировать структуру ассортимента, снизить затраты на хранение товарных запасов, учесть изменение спроса, что повлияет на экономическую и социальную эффективность аптеки.

Группа лекарственных препаратов (ЛП) для применения в урологии является важной частью ассортимента аптечной организации. Это связано с распространенностью и актуальностью проблем, для решения которых предназначены препараты этой группы.

Маркетинговый анализ ассортимента урологических ЛП проводился в крупной аптеке г. Москвы. Для проведения исследования были собраны данные о продажах лекарственных препаратов (в стоимостном и натуральном выражении) урологического профиля за трехлетний период. В ассортиментный перечень вошли ЛП для лечения простатита и доброкачественной гиперплазии предстательной железы, антибактериальные препараты для применения в урологии, диуретики, препараты для лечения эректильной дисфункции и другие. Была проанализирована динамика продаж 51 ЛП (торговые названия), с учетом разновидностей лекарственных форм этот перечень состоял из 98 позиций.

На начальном этапе с использованием данных Государственного реестра лекарственных препаратов были изучены такие маркетинговые характеристики, как глубина и полнота представленного в аптеке ассортимента урологических препаратов. В ходе анализа было выявлено, что полнота ассортимента ЛП (отношение количества ассортиментных позиций в аптеке к общему количеству согласно Реестру лекарственных препаратов) составила 63,2%, а глубина (отношение количества ассортиментных позиций с учетом различных лекарственных форм и дозировок, имеющих в наличии в аптеке, к общему количеству согласно Реестру лекарственных препаратов) – 72,6%. Рациональные значения показателей полноты и глубины составляют 60-70%, следовательно, эти показатели соответствуют параметрам, обеспечивающим удовлетворение спроса потребителей.

Исследование показало, что лишь 15,7% изучаемого ассортимента произведены отечественными производителями, остальные являются импортными. К перечню жизненно-необходимых и важнейших лекарственных препаратов относятся 27,5% анализируемого ассортимента, к обязательному минимальному списку, определенному Правительством РФ и необходимому для оказания медицинской помощи – 7,8% всех ассортиментных позиций. Контроль наличия в ассортименте этих ЛП является необходимым условием оказания качественной фармацевтической помощи. Только 25,5% лекарственных препаратов относятся к безрецептурному отпуску, остальные же отпускаются по назначению врача. Этот фактор необходимо учитывать при формировании ценовой политики, так как спрос на рецептурные лекарственные препараты является неэластичным [1].

Для определения групп товаров, обладающих наибольшей маржинальной доходностью, были проведены ABC- и XYZ-анализ. Метод ABC-анализа позволил выделить 3 группы товара в зависимости от объема продаж (в денежном и натуральном измерении), валовой прибыли и удельного веса товарооборота каждой ассортиментной позиции: группа А – лекарственные препараты, пользующиеся наибольшим спросом и составляющие 30,6% ассортимента и 80% товарооборота; группа В -ЛП, на долю которых приходится 20,4% товарных позиций и около 13% товарооборота и группа С - товары низкого спроса. Группа С-самая многочисленная, в нее входит 49% товарных позиций, продажи которых составляют 6,9 % от общего товарооборота (см. таблицу).

#### Результаты ABC-анализа

Группа	Доля в ассортименте (%)	Доля в продажах (%)
А	30,6	80,0
В	20,4	13,1
С	49,0	6,9

Эффективное управление ассортиментом предполагает оценку стабильности продаж товарных групп или отдельных товаров, учитывая эти данные в дальнейшем при прогнозировании спроса. Для этих целей широко используется метод XYZ-анализа. Результатом XYZ-анализа также является выделение трех групп товаров: категории X – группы товаров со стабильной величиной потребления, категории Y – группы товаров с известными сезонными колебаниями и категории Z – группы товаров с нестабильным спросом. Распределение товаров на категории X, Y и Z определяется значением коэффициента вариации (v). Проведенный нами XYZ-анализ позволил спрогнозировать стабильность отдельных позиций ассортимента. Анализ показал, что среди исследуемой группы препаратов 26,6 % относятся к группе X со стабильной величиной потребления, 53% к группе Y, 20,4 % к группе Z с нестабильным спросом и низкой точностью его прогнозирования.

Совмещение результатов двухфакторного ABC-XYZ-анализа позволило получить трехмерную матрицу со следующими параметрами: объем продаж в натуральном выражении, получаемая прибыль, стабильность спроса. В результате совместного ABC-XYZ анализа нами были выявлены самые стабильные и значимые для товарооборота урологические препараты: Канефрон Н, драже N60; Монурал, гранулы, 3г, саше; Фурамаг, капсулы 50мг №N30; Нолицин, тб п/о 400мг N20.

Выделение групп товарных позиций, пользующихся спросом и имеющих наибольший вклад в товарооборот, позволит административно-управленческому персоналу аптеки принимать эффективные решения о частоте и объеме закупок конкретных ассортиментных позиций, обоснованно расставлять приоритеты при распределении ограниченных финансовых ресурсов организации. [2]

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лоскутова Е.Е. Теория и практика фармацевтического менеджмента и маркетинга: методическое пособие / Лоскутова Е.Е., Дорофеева В.В., Лагуткина Т.П. – М.: Изд-во РУДН, 2001. – 118 с.
2. Рациональный ассортимент – основа эффективной деятельности аптечной организации / Лоскутова Е.Е., Пак Т.В., Тарасенко М.А. // Новая аптека. – 2001. – № 1.

#### БИОГРАФИЯ

Я, Татьяна Вилорьевна Пак, работаю старшим преподавателем на кафедре управления и экономики фармации Медицинского института Российского университета дружбы народов с 2008 года. Окончила фармацевтический факультет Московской медицинской академии им. И.М. Сеченова. Кандидат фармацевтических наук, область моих научных интересов – управление персоналом аптечной организации, организационная культура, маркетинг и менеджмент в розничном звене фармацевтического рынка.

#### MARKETING ANALYSIS OF THE ASSORTMENT OF UROLOGICAL DRUGS IN THE PHARMACY

**T.V. Pak**

*Peoples` Friendship University of Russia, Moscow,  
pak\_tv@rudn.university*

A marketing analysis of the assortment of urological medicines was conducted in a large pharmacy in Moscow. For the study, data were collected on sales of urological drugs over a three-year period. The assortment list includes medicines for the treatment of prostatitis and benign prostatic hyperplasia, antibacterial medicines for use in urology, diuretics, drugs for the treatment of erectile dysfunction and others. The dynamics of sales of 51 drugs (trade

names) was analyzed, taking into account the varieties of medicinal forms, this list consisted of 98 items. At the initial stage, using the data of the State Drug Registry, such marketing characteristics as the depth and completeness of the range of urological products presented in the pharmacy were studied. In the course of the analysis it was revealed that the completeness of the medicines assortment (the ratio of the number of assortment items in the pharmacy to the total quantity according to the Drug Register) was 63.2%, and the depth (the ratio of the number of assortment items, taking into account the various dosage forms and dosages available in the pharmacy, to the total amount according to the Registry of medicines) - 72.6%. Rational values of completeness and depth are 60-70%, therefore, these indicators correspond to the parameters ensuring satisfaction of consumers' demand.

The study showed that only 15.7% of the assortment studied are produced by domestic producers, the rest is imported. The list of vital and essential medicines includes 27.5% of the assortment analyzed, to the mandatory minimum list determined by the Government of the Russian Federation and necessary for the provision of medical care - 7.8% of all assortment items. Controlling the availability of these medicines in the assortment is a prerequisite for the provision of quality pharmaceutical care.

The combination of the results of two-factor ABC-XYZ analysis made it possible to obtain a three-dimensional matrix with the following parameters: sales volume in physical terms, profit received, demand stability. As a result of the joint ABC-XYZ analysis, we detected the most stable and significant preparations for drug turnover: Kanefron N dragee N60, Monural granules, 3 g sachet, Furamag capsules 50 mg № N30, Nolitsin tab 400 mg N20.

Allocating groups of commodity items that are in demand and having the greatest contribution to turnover will allow administrative and management personnel to timely adjust their decisions on the frequency and volume of purchases of specific assortment items, to justify prioritizing the allocation of limited financial resources.

#### REFERENCES

1. Loskutova, E.E. Theory, and practice of pharmaceutical management and marketing: methodical manual / Loskutova EE, Dorofeeva VV, Lagutkina TP -M.: PFUR, 2001.-118 p.
2. A correct assortment is the basis of effective activity of the pharmacy organization. Loskutova E. Ye., Pak TV, Tarasenko MA // New pharmacy. - 2001. - No. 1.

#### BIOGRAPHY

I work in the field of Pharmacy, focusing on the management and marketing research. My position is an Associate professor in the Department of Economic and Management in Pharmacy at Peoples` Friendship University of Russia. I received my Ph.D. degree in Pharmacy in Moscow in 2009. My research interests include an organizational culture of pharmacy, pharmaceutical personnel, management, and marketing.

**БАЗОВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ИНФОРМАТИКИ****И.Э. Сулейменов<sup>1,3</sup>, И.Т. Пак<sup>2</sup>, Ш.Б. Кабдушев<sup>1,3</sup>, Г.А. Мун<sup>3,4</sup>**<sup>1</sup>*Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Казахстан,  
esenych@yandex.ru*<sup>2</sup>*Институт информационных и вычислительных технологий, Алматы, Казахстан,  
pak.it@mail.ru*<sup>3</sup>*Национальная инженерная академия Республики Казахстан, Алматы, Казахстан*<sup>4</sup>*Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан,  
mungrig@yandex.kz*

В статье показано, что нейронные сети с точки зрения молекулярной информатики могут быть реализованы за счет дистанционного взаимодействия гидрогелей и гистерезисных явлений, сопровождающих фазовые переходы в системах на основе гидрофильных полимеров.

Базовые положения молекулярной информатики основываются на выводах, сделанных в работе [1]: существуют условия, при которых макромолекулы в растворах формируют нейронные сети. Такие сети могут быть реализованы, например, на основе гидрофильных полимеров, испытывающих фазовый переход клубок-глобула (или им аналогичных). В таких сетях аналогом отдельного нейрона является макромолекулярная подсистема, испытывающая относительно самостоятельный фазовый переход (т.е. предполагается, что такая подсистема может переходить из одного состояния в другое так, что состояние других подсистем остается неизменным). Факт нахождения макромолекулярной подсистемы в одном из двух упомянутых выше состояний ставится в соответствие логическому нулю (или логической единице) на выходе нейрона. Существенно, что фазовые переходы сопровождаются гистерезисными явлениями, т.е. при одном и том же значении термодинамических переменных рассматриваемая подсистема действительно может находиться в различных состояниях. Совокупность таких подсистем, в том числе, позволяет реализовать запись любой последовательности логических нулей и логических единиц.

Совокупность подсистем рассматриваемого типа действительно формирует аналог нейронной сети (топологически эквивалентной нейропроцессору Хопфилда) за счет того, что между макромолекулярными системами на основе полиэлектролитов имеют место дистанционные взаимодействия [2]. Отличие состоит в том, что матрица весовых коэффициентов, определяющих степень влияния рассматриваемых макромолекулярных подсистем, не обязательно является симметричной.

Существование дистанционных взаимодействий определяется, в частности, эффектами ионного обмена между макромолекулярными подсистемами, которые проявляются как на уровне макромолекулярных клубков, так и на уровне сшитых полимерных сеток [3]. Набухание сшитой сетке в водно-солевом растворе сопровождается эффектом перераспределения концентраций [4, 5]: концентрация низ-

комолекулярных ионов в среде над гелем существенно превышает этот показатель в объеме сетки. В том числе, это относится к ионам водорода, т.е. данный эффект проявляется также в форме изменения кислотности среды над гелем. Следовательно, набухание геля в растворе низкомолекулярных соединений действительно способно повлиять на степень набухания второй образца геля, находящемся в том же растворе, даже тогда, когда он находится на некотором удалении от первого [2]. При сжатии сшитой полиэлектролитной сетки имеет место обратный эффект, что также приводит к изменению концентрации низкомолекулярных ионов в окружающей среде.

Принципиальное отличие рассматриваемых систем от типовых радиотехнических систем, которые, в принципе, могут быть использованы для моделирования нейронных сетей, состоит в том, что подсистемы, вообще говоря, не обязательно имеют упорядоченное расположение; оно может изменяться, в частности, вследствие теплового движения, в особенности если речь идет о наномасштабных объектах.

Асимметричный характер матрицы весовых коэффициентов приводит к тому, что итоговое состояние системы в целом зависит не только от действующих значений управляющих термодинамических переменных, но и от того, каким образом данное состояние было создано [6]. В результате рассматриваемая система де-факто обладает оперативной памятью, причем чем больше число аналогов нейронов в сети, тем более протяженным является отрезок пути, по которому уже прошла система и который воздействует на ее текущее состояние.

Принцип записи информации (в том числе, исполняемых программ) в системы рассматриваемого типа основывается на зависимости текущего состояния системы от пути, по которому оно было создано. Кодированными сигналами являются макроскопические воздействия, точнее изменение двух термодинамических переменных по заданному закону. Под исполняемой программой понимается осуществление заданной последовательности изменения состояний системы как реакции на заданную последовательность изменения термодинамических переменных. Уместно подчеркнуть, что даже сравнительно «короткие» программы представляют практический интерес для систем контролируемого ввода лекарственных препаратов в организм.

С точки зрения аналогии с радиотехническими системами, рассматриваемая макромолекулярная система представляет собой совокупность элементов, способных находиться в двух устойчивых состояниях, и соединенных друг с другом петлями обратной связи. Особенностью такой системы является то, что на входы всех элементов подаются одинаковые сигналы.

Тем не менее использование двух кодирующих последовательностей (что отвечает изменению двух термодинамических переменных по заданному закону) позволяет обеспечить корректную адресацию информации, что доказывается на основе аналогии с радиотехническими системами. Более того, использование двух кодирующих последовательностей позволяет исключить проблему синхронизации.

Существенно также, что сформулированные выше положения молекулярной информатики допускают прямую экспериментальную проверку на макроскопических объектах – сшитых гидрофильных полимерных сетках.

Таким образом, комплекс ранее обнаруженных явлений – дистанционного взаимодействия гидрогелей и гистерезисных явлений, сопровождающих фазовые переходы в системах на основе гидрофильных полимеров, действительно делают возможным создание программируемых макромолекулярных систем, запись информации в которых может быть обеспечена через кодирующие макроскопические воздействия.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сулейменов И.Э., Панченко С.В. Недарвинистские сценарии эволюции сложных систем и естественных нейронных сетей на основе частично диссоциированных макромолекул // Всемирный журнал прикладных науки. – 2013. – № 9. – С. 1141–1147.
2. Жумадилов Т., Ермухамбетова Б., Панченко С.В., Сулейменов И.Э. Электрохимические взаимодействия на большие расстояния и явление аномального ионного обмена // AASRI Procedia. – 2012. – № 3. – С. 553–558.
3. Сулейменов И.Э., Мун Г.А., Панченко С.В., Обухова П. Влияние ионного обмена на природу образования полиакриловой кислоты и неионного полимерного комплекса // Прикладная механика и материалы. – 2014. – №. 467. – С. 52–57.
4. Будтова Т.В., Бельникевич Н.Г., Сулейменов И.Э., Френкель С.И. Перераспределение концентрации низкомолекулярных солей металлов в присутствии сильно набухающего полиэлектролитного гидрогеля // Полимер. – 1993. – № 34 (24). – С. 5154–5156.
5. Будтова Т.В., Сулейменов И.Э., Бичутский Д.А., Френкель С.И. Перераспределение низкомолекулярной кислоты между гидрогелем полиэлектролита и раствором // Полимерные науки. Серия А, Химия, физика. – 1995. – № 37 (6). – С. 646–650.
6. Сулейменов И.Э., Габриелян О.А., Мун Г.А., Панченко С.В., Амиржан Т., Сулейменова К. Процедура голосования и нейронные сети // Международный журнал по коммуникациям – 2014. – № 3. – С. 16–20.

#### БИОГРАФИЯ

Я, Кабдушев Шернияз Булатулы, являюсь докторантом кафедры телекоммуникационных систем и сетей, Алматинского университета энергетики и связи, Алматы, Казахстан. Работал инженером по планированию и оптимизации радиосети 4G LTE в компании "Huawei", а также менеджером технической поддержки продаж АО "KazTransCom". Участвую в реализации различных научных проектов, в частности связанных с выполнением моей докторской диссертации. Область научных интересов: радиоэлектроника, информационные технологии, опреснительные системы.

## BASIC PROVISIONS OF CHEMINFORMATICS

I.E. Suleimenov<sup>1,3</sup>, I.T. Pak<sup>2</sup>, Sh.B. Kabdushev<sup>2</sup>, G.A. Mun<sup>3,4</sup>,<sup>1</sup>*Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan, esenych@yandex.ru, sherniyaz.kabdushev.hw@gmail.com*<sup>2</sup>*Institute of Information and Computational Technologies, Almaty, Kazakhstan, pak.it@mail.ru*<sup>3</sup>*National Engineering Academy of Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan,*<sup>4</sup>*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, munrig@yandex.kz*

Basic provisions of cheminformatics are based on the findings in the article [1]: there are conditions under which macromolecules in solutions form neural networks. Such networks can be realized, for example, by hydrophilic polymers experiencing a coil – globule phase transition (or an analogue). In such networks, an analogue of individual neuron is the macromolecular subsystem, experiencing relatively autonomous phase transitions. (I.e. it is supposed that such a subsystem can transit from one state to another) The fact of finding a macromolecular subsystem in one of the two states mentioned above is put in correspondence with the logical zero (or logical unit) on the output of the neuron. It is substantially that phase transitions are accompanied by hysteresis phenomena i.e. subsystem under consideration with the same value of the thermo dynamical variables can be in different states. A combination of such subsystems makes it possible to write any sequence of logical zeros and logical units.

A combination of the subsystems under consideration, indeed, form analog of neural network (topologically equivalent to the Hopfield neuroprocessor), because there are remote interactions between the macromolecular systems based on polyelectrolytes [2]. The main difference is that weighting factor matrix defining the levels of influences on macromolecular subsystem is not necessarily symmetric. There are remote interactions are determined, inter alia by the effect of ion exchange between macromolecular subsystems, which is manifested at the level in both macromolecular coils and crosslinked polymer networks. [3] Swelling of the crosslinked network in aqueous salt solution is accompanied by the effect of redistribution of the concentrations [4, 5]: the concentration of low molecular ions in medium above the gel is significantly higher than in the network volume. Therefore, the swelling of a gel in a solution of low molecular weight compounds can indeed affect the degree of the swelling of the second gel sample located in the same solution, even when it is some distance from the first. [2]

The asymmetric nature of the matrix of weighting factors leads to the fact that the final state of the system as a whole depends not only on the effective values of the control thermodynamic variables, but also on how this state was created [6]. As a result, the system under consideration has a operate memory, and the more the number of neuron analogs in the network, the more extended is the segment of the path through which the system has already passed and which affects its current state. The principle of data recording (including exe-

cutable programs) in systems of this type is based on the dependence of the current state of the system on the path over which it was created. Coding signals are macroscopic effects, more precisely the change of two thermodynamic variables according to a given law. An executable program is understood as the implementation of a given sequence of changes in the states of the system as a reaction to a given sequence of changes in thermodynamic variables.

From the perspective of the analogy with the radio engineering systems, the macromolecular system under consideration represents as a combination of elements are capable of being in two stable states, and connected with each other by feedback loops. Features of such a system is that the inputs of all elements are given with the same signals.

Therefore, a complex of previously discovered phenomena - the remote interaction of hydrogels and hysteresis phenomena accompanying phase transitions in systems based on hydrophilic polymers, really makes it possible to create programmable macromolecular systems, where the recording of information can be provided through encoding macroscopic effects.

#### REFERENCES

1. Popov N.A., Belousov V.Y. Breeding midge afidimiza // *Plant Protection*. – 1987. – № 10. – P. 24–25.
2. Kluk A.S. Socio-economic indicators of Russian regions. // Moscow: Federal State Statistics Service, 2011. – P. 210–219.
3. Suleimenov I., Panchenko S. Non-Darwinists scenarios of evolution of complicated systems and natural neural networks based on partly dissociated macromolecules // *World Applied Sciences Journal*. – 2013. – № 9 (24).
4. Jumadilov T., Yermukhambetova B., Panchenko S., Suleimenov I. Long-distance electrochemical interactions and anomalous ion exchange phenomenon // *AASRI Procedia*. – 2012. – № 3. – P. 553–558.
5. Suleimenov I., Mun G., Panchenko S. Obukhova P. The Impact of Ion Exchange on Nature of Polyacrylic Acid and Nonionic Polymer Complex Formation // *Applied Mechanics and Materials*. – 2014. – № 467. – P. 52–57.
6. Budtova T. V., Belnikevich N. G., Suleimenov I. E., Frenkel S. Y. Concentration redistribution of low-molecular-weight salts of metals in the presence of a strongly swelling polyelectrolyte hydrogel // *Polymer*. – 1993. – № 24. – P. 5154–5156.
7. Budtova T.V., Suleimenov I.E., Bichutskii D.A., Frenkel S. Redistribution of low-molecular-mass acid between polyelectrolyte hydrogel and solution // *Polymer science. Series A, Chemistry, physics*. – 1995. – № 37(6). – P. 646–650.
8. Suleimenov I.E., Gabrielyan O.A., Mun G.F., Panchenko S.V., Amirzhan T., Suleimenova K.I. Voting Procedure and Neural Networks. // *Int. J. on Communications*. – 2014. – P. 16–20.

#### BIOGRAPHY

My name is Sherniyaz Kabdushev and I am a doctoral student at the department of telecommunication systems and networks, Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan. I worked as an engineer of planning and optimiza-

tion department of radio network at "Huawei" company, as well as technical sales support manager of JSC "KazTransCom". I participate in the implementation of various scientific projects, in particular those related to the implementation of my doctoral work. My research interests includes: radio electronics, information technology, desalination systems.

## ПРИНЦИПЫ НЕЙРОСЕТЕВОЙ ТЕОРИИ МЕЖМОЛЕКУЛЯРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

И.Э. Сулейменов<sup>1,2</sup>, С.Т. Байпакбаева<sup>1</sup>, Г.А. Мун<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Казахстан,  
esenych@yandex.ru, saltanat.baipakbayeva@gmail.com*

<sup>2</sup>*Национальная инженерная академия Республики Казахстан, Алматы, Казахстан*

<sup>3</sup>*Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан,  
mungrig@yandex.kz*

В статье изучены принципы нейросетевой теории с точки зрения взаимодействий гидрофильных полимеров, которые отвечают принципу универсального эволюционизма. Показано, что эволюция нейронной сети реализуется через изменение степени влияния одних элементов системы на другие.

Вопрос о конкретных механизмах, обеспечивших возникновение Жизни на Земле до сих пор остается открытым. Более того, в настоящее время есть все основания полагать, что точка зрения теорий, восходящих к дарвинистской точке зрения, является ошибочной [1]. Жизнь не могла возникнуть в результате случайных мутаций, так как она существует в форме экосистем, которые могли возникнуть только в результате эволюционного скачка.

Уместно подчеркнуть, что данный вопрос в настоящее время приобретает и непосредственное практическое значение в связи с разработками в области нанотехнологии и молекулярного программирования [2]. А именно, создание искусственных эволюционирующих систем может рассматриваться как один из наиболее эффективных инструментов получения наноструктур за счет процессов самоорганизации.

Принципы нейросетевой теории взаимодействий гидрофильных полимеров позволяют предложить альтернативную концепцию происхождения Жизни, отвечающую принципу универсального эволюционизма, давно завоевавшего место в философской литературе. В соответствии с этим принципом, эволюция, приводящая к появлению все более совершенных структур, не является результатом случайности, но является проявлением фундаментальных закономерностей.

Следовательно, актуален вопрос о том, как именно в системах на основе гидрофильных полимеров могут происходить качественные скачки, рассматриваемые как аналог ароморфоза [3, 4]. Определенные предпосылки для этого уже заложены в тео-

риях, описывающих фазовые переходы [5] в системах рассматриваемого типа, но применительно к рассмотрению переходов из количества в качество термодинамическое или аналогичное ему описание становится недостаточным.

Назначением нейросетевой теории взаимодействий гидрофильных полимеров является описание эволюционных скачков в системах такого рода. В соответствии с этой теорией, эволюция в системе, отвечающей категории сложного, протекает в два этапа. На первом этапе эволюционирует аналог нейронной сети, образованный элементами системы, а сами они остаются неизменными. Подчеркнем, что аналоги нейронных сетей в системах на основе гидрофильных полимеров могут формироваться самопроизвольно, в силу особенностей макромолекул, способных резко изменять свое состояние (например, переход клубок – глобула). В частности, аналогом нейронной сети Хопфилда является любая частично диссоциирующая макромолекула, например, слабой поликислоты [1]. Аналогами нейронов в этом случае выступают карбоксильные функциональные группы, а состоянию выхода нейрона – заряд группы, образующийся за счет диссоциации (логический ноль – нет наряда, единица – есть).

Эволюция нейронной сети физически реализуется через изменение степени влияния одних элементов системы на другие, что математически описывается через изменение весовых коэффициентов.

На втором этапе рассматриваемого механизма эволюции нейронная сеть начинает осуществлять выбор элементов, наиболее полно соответствующих новому состоянию системы. Разумеется, ни о каком целеполагании в данном случае речь не идет, физически такой отбор осуществляется через повышение скорости образования элементов, которые отвечают новому состоянию сети. Подчеркнем, что сравнительно недавно были обнаружены макромолекулярные объекты, которые, с одной стороны также являются аналогами нейронной сети, а, с другой стороны, позволяют говорить о протекании эволюции в режиме реального времени [6]. Это – гидрофильные интерполимерные ассоциаты (ГИА), [7–9]. ГИА представляют собой нетривиальный продукт реакции между неионными полимерами и полиэлектролитами, конкретно, это – промежуточная форма между невзаимодействующими полимерными макромолекулами и устойчивыми интерполимерными комплексами и сшитыми полимерными сетками.

Принципиальным отличием ГИА от ранее известных макромолекулярных объектов является то, что они существуют в динамическом режиме, точнее, они представляют собой динамическую сетку, связи между молекулами в которой непрерывно образуются и разрушаются снова [7–9]. Подчеркнем, что природа связей, обеспечивающих формирование ГИА, аналогична природе связей, стабилизирующих интерполимерные комплексы (ИПК). (Существует широкий класс ИПК, стабилизированных водородными связями, те же взаимодействия приводят и к образованию ГИА) Отличие состоит в том, что среднее число связей на отдельную функциональную группу в ГИА существенно меньше, чем в ИПК, поэтому они и не являются строго стабильными, а представляют собой динамические структуры.

Подчеркнем, что при образовании водородных связей между фрагментами неоионной и электролитной макромолекул заведомо происходит локальное изменение их конфигурации. Соответственно, такое взаимодействие можно описывать в терминах записи информации (особенно, если принять во внимание, что частично диссоциирующие макромолекулы представляют собой аналоги нейропроцессора Хопфилда [1]).

Следовательно, ГИА можно рассматривать как объекты, не просто аналогичные нейронным сетям, но также как структуры, в которых непрерывно идут процессы, которые могут приводить к появлению структур различного типа. В частности, это означает, что от состояния объемлющей системы (сетки в целом) определяет то, с какой скоростью формируются элементы структур различных разновидностей. Это – именно те условия, которые необходимы для того, чтобы реализовался механизм эволюции, принципиально отличающийся от тех, что рассматриваются в рамках дарвинистских теорий.

Таким образом, уже на данном этапе исследований можно утверждать, что существуют макромолекулярные системы, в которых могут протекать эволюционных процессы, характер которых непосредственно связан с нейростевыми свойствами макромолекулярных объектов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сулейменов И.Э., Панченко С.В.. Недарвинистские сценарии эволюции сложных систем и естественных нейронных сетей на основе частично диссоциированных макромолекул // Всемирный журнал прикладных науки. – 2013. – № 24. – С. 9.
2. Сулейменов И.Э., Панченко С.В., Ердаулетова М. Молекулярное программирование: аналогия с радиотехническими системами // Известия НТО «КАХАК». – 2015. – № 4 (51). – С. 77-84.
3. Сулейменов И.Э., Сулейменова К.И., Панченко С.В.. Эволюция сложных систем с точки зрения теории информации // Известия НТО «КАХАК». – 2014. – № 4 (47). – С. 6–17.
4. Пак И.Т., Мун Г.А., Шалтыкова Д.Б., Панченко С.В., Ирмухаметова Г.С., Сулейменов И.Э. Теория самоподдерживающихся информационных объектов // Известия НТО «КАХАК». – 2014. – № 4 (47). – С. 39–47.
5. Мун Г.А., Сулейменов И.Э., Зезин А.Б., Абилов Ж.А., Джумадилов Т.К., Измаилов А.М., Хуторянский В.В. Комплексообразование с участием полиэлектролитов: Теория и перспективы использования в нанoeлектронике // Библиотека нанотехнологии. Выпуск 2. – Алматы-Москва-Торонто-Рединг: LEM, 2009. – С. 256.
6. Калимолдаев М.Н., Сулейменов И.Э., Панченко С.В., Габриелян О.А., Седлакова З.З., Пак И.Т., Обухова П. Процессы искусственной эволюции в растворах взаимодействующих полимеров: аналогии с развитием социально-экономических систем // Доклады НАН РК. – 2015. – № 6. – С. 26–32.
7. Сулейменов И.Э., Гювен О., Мун Г.А., Бейсегуль А., Панченко С.В., Ивлев Р. Формирование интерполимерных комплексов и гидрофильных соединений поли(акриловой кислоты) и неоионогенных сополимеров на основе 2-гидроксиэтилакрилата в водных растворах // Полимер Инт. – 2013. – № 9 (62). – С. 1310–1315.

8. Сулейменов И.Э., Шалтыкова Д.Б., Мун Г.А., Калдыбеков Д., Обухова П., Панченко С.В., Исембергенов Н. Влияние гидрофильных интерполимерных ассоциатов на образование интерполимерных комплексов // Прикладная механика и материалы. – 2013. – № 749. – С. 60–64

9. Сулейменов И.Э., Шалтыкова Д.Б., Седлакова З.З., Мун Г.А., Семенякин Н., Калдыбеков Д., Обухова П. Гидрофильные интерполимерные соединения как спутниковый продукт реакций образования интерполимерных комплексов // Прикладная механика и материалы. – 2013. – № 467. – С. 58–63.

### БИОГРАФИЯ

Я, Байпакбаева Салтанат Туркестанкызы, являюсь докторантом кафедры телекоммуникационных систем и сетей, Алматинского университета энергетики и связи, Алматы, Казахстан. Работаю над реализацией научного проекта по разработке новой инновационной технологии профориентации абитуриентов. Область моих научных интересов: физическая оптика, электроника, информационные технологии и образование.

### PRINCIPLES OF THE NEUROET NETWORK OF THE THEORY OF INTERMOLECULAR INTERACTIONS IN AQUEOUS SOLUTIONS

I.E. Suleimenov<sup>1</sup>, S.T. Baipakbaeva<sup>2</sup>, G.A. Mun<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan, esenych@yandex.ru, saltanat.baipakbayeva@gmail.com*

<sup>2</sup>*National Engineering Academy of Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan,*

<sup>3</sup>*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, mungrig@yandex.kz*

The question of the specific mechanisms that ensured the emergence of Life on Earth is still open. Moreover, at present there is every reason to believe that the point of view of the theories that go back to the Darwinian point of view is erroneous [1]. Life could not have arisen as a result of random mutations, since it exists in the form of ecosystems that could arise only as a result of an evolutionary leap.

This issue has a direct practical value in connection with developments in the field of nanotechnology [2], since the creation of artificial evolutionary systems can be considered as one of the most effective tools for obtaining nanostructures through self-organization processes.

Consequently, the question of how exactly in systems based on hydrophilic polymers can occur qualitative jumps, considered as an analog of aromorphosis [3]. In accordance with the theory [1], evolution in a complex system proceeds in two stages. At the first stage, the analog of the neural network, formed by the elements of the system, evolves, and they themselves remain unchanged. The evolution of the neural network is physically realized through a change in the degree of influence of some elements of the system on others, which is mathematically described through a change in the weight coefficients.

At the second stage of the evolution mechanism under consideration, the neural network begins to select the elements most fully corresponding to the new state of the system, physically such selection is carried out by increasing the rate of formation of the elements that correspond to the new state of the network.

More recently [4, 5], hydrophilic interpolymeric associates (HIA) were discovered which, on the one hand, are also analogues of a neural network, and, on the other hand, allow one to speak of the evolution proceeding in real time. HIAs are a non-trivial reaction product between non-ionic polymers and polyelectrolytes, stabilized by hydrogen bonds. A fundamental difference between HIA and previously known macromolecular objects is that they exist in a dynamic mode, more precisely, they represent a dynamic grid, the bonds between molecules in which are continuously formed and are destroyed again [4, 5].

Therefore, HIA can be viewed as objects that are not just analogous to neural networks, but also as structures in which processes are continuously proceeding, which can lead to the appearance of structures of various types. In particular, this means that the state of the enclosing system (the grid as a whole) determines the speed with which the elements of the structures of different varieties are formed. These are precisely the conditions that are necessary for the realization of the evolutionary mechanism, which is fundamentally different from what is considered within the Darwinian theories.

Thus, already at this stage of the study, it can be argued that there are macromolecular systems in which evolutionary processes can take place, the nature of which is directly related to the neuronal properties of macromolecular objects.

#### REFERENCE

1. Suleimenov I., Panchenko S. Non-Darwinists scenarios of evolution of complicated systems and natural neural networks based on partly dissociated macromolecules // *World Applied Sciences Journal*. – 2013. – № 9(24).
2. Suleimenov I., Panchenko S., Erdauletova M. Molecular programming: analogy with radio engineering systems // *Proceedings of NTO "KAHAK"*. – 2015. – № 4(51). – P. 77–84.
3. Suleimenov I., Suleimenova K., Panchenko S. Evolution of Complex Systems from the Point of View of Information Theory // *Izvestiya NTO «KAHAK»*. – 2014. – № 4(47). – P. 6–17.
4. Suleimenov I., Güven O., Mun G.A., Beissegul A., Panchenko S., Ivlev R. The Formation of Interpolymer Complexes and Hydrophilic Associates of Poly(acrylic acid) and Non-ionic Copolymers Based on 2-hydroxyethylacrylate in Aqueous Solutions // *Polymer Int.* – 2013. – № 9(62). – P. 1310–1315.
5. Suleimenov I., Shalytkova D., Sedlakova Z., Mun G., Semenyakin N., Kaldybekov D., Obukhova P. Hydrophilic Interpolymer Associates as a Satellite Product of Reactions of Formation of Interpolymer Complexes // *Applied Mechanics and Materials*. – 2013. – № 467. – C. 58–63.

#### BIOGRAPHY

My name is Saltanat Baipakbayeva and I am a doctoral student at the department of telecommunication systems and networks, Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan. Now I'm working on the implementation of a scien-

tific project to develop a new innovative technology for vocational guidance of entrants. My research interests includes: physical optics, electronics, information technology and education.

УДК: 546.831:627.3.028

**КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКИЕ НАНОПРОЦЕССЫ  
НА ОСНОВЕ ОКСИГИДРАТНЫХ СИСТЕМ  
РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

**Ю.И. Сухарев<sup>1</sup>, В.Д. Тхай<sup>2</sup>, И.Ю. Апаликова<sup>3</sup>, В.О. Апаликов<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>*ГОУ ВПО «Челябинский государственный университет», Челябинск, Россия.  
yuri\_sucharev@mail.ru*

<sup>2</sup>*ГБОУ ВПО "Уральская государственная медицинская академия"  
Министерства здравоохранения и социального развития  
Российской Федерации, г. Екатеринбург, Россия  
Thai@usma.ru*

<sup>3</sup>*ФГКБОУ ВПО Филиал Военного Учебно-Научного Центра  
Военно-Воздушных Сил «Военно-Воздушная Академия» в г. Челябинске,  
Россия. ВУНЦ ВВС «ВВА» в г. Челябинске  
apal-inna@yandex.ru*

<sup>4</sup>*ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«Южно-Уральский государственный университет»  
(национальный исследовательский университет), Челябинск, Россия.  
apalikov74ru@yandex.ru*

**Ключевые слова:** оксигидрат циркония, гелевые наноструктуры, полимерная цепь оксигидрата, самоорганизация, спонтанные нанотоки, волновые процессы.

**Аннотация.** В настоящей работе рассматриваются нанопроцессы как химические основы образования гелевой наноструктуры во время образования цепи оксигидратного полимера. Приводятся экспериментальные данные, а именно, измерения спонтанного тока, вызванные изменениями мощности поляризованного двойного электрического слоя геля.

**Введение**

Если поместить в недавно приготовленный гель оксигидрата редкого металла угольные электроды, соединённые между собой через чувствительный амперметр, то можно обнаружить возникновение небольшого электрического тока между этими электродами. Ток по величине невелик, и колеблется от десятых наноампера до половины микроампера; потенциал, соответствующий току, может достигать 0.2 Вольт.

Явление это, с одной стороны, представляется неожиданным, а с другой стороны – оксигидрат геля редкого металла представляет собой длинные полярные молекулы. Межмицеллярная жидкость содержит лёгкие фрагменты коллоида и отдельные гидратированные ионы, окружённые «рубашкой» из молекул воды. Более того, согласно любому учебнику, слои Гуи-Штерна окружены большим количеством ионов – и вполне можно ожидать, что в данной системе возникает ток.

Отметим также, что такое же явление возникает в любой полярной жидкости – в том числе и в воде. Но в неполярных жидкостях электрического тока не возникает.

Возникающий самопроизвольный ток непостоянен и колеблется. Эти колебания представляется разумным увязать с теорией ДЛФО, предположив, что возникающие токи означают постоянные изменения, происходящие в коллоиде – слипание крупных частиц и высвобождение при этом лёгких носителей заряда. Следовательно, замеры самопроизвольных токов позволяют нам судить о процессах в полярном геле – скажем, о старении геля, а это может быть использовано в промышленности и исследованиях. Целью настоящей работы является доказательство того, что процесс является динамическим и лишь в очень небольшой степени – случайным. Вторая цель – восстановление по имеющимся данным аттракторов процесса. Третья – сопоставление характеристик аттракторов и выводы из этого сравнения.

### Эксперимент

Поместим в коллоид два платиновых электрода, которые соединим через амперметр. В таком случае электрическая цепь будет замкнутой и не будет содержать каких-либо источников тока, кроме исследуемого коллоида оксигидрата редкого металла.

Принципиальная схема цепи изображена на рис. 1.

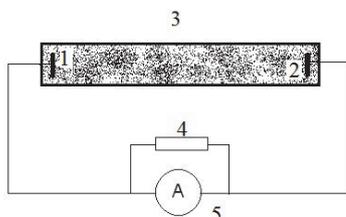


Рис. 1. Принципиальная схема измерительных приборов:

1, 2 – платиновые электроды, помещённые в пробирку с коллоидом, 3 – пробирка с коллоидным веществом, 4 – шунт к измерительному прибору (резистор с небольшим сопротивлением), 5 – амперметр

Из рисунка следует, что никаких внешних по отношению к коллоидному веществу источников тока нет, и измерения проводятся только тех токов, которые возникают в коллоидном веществе.

Теперь опишем более подробно процедуру приготовления коллоида оксигидрата редкого металла.

Гели оксигидрата циркония синтезировали из солей оксихлорида циркония добавлением в систему раствора едкого натра или аммиака при определенных условиях:  $\text{pH} = 9,25$ ; количество добавляемого циркония  $n = 0,00094$  моль. Для оксигидратов других металлов – железа, олова, иттрия и др. – выбиралась сходная процедура приготовления оксигидрата.

Устройство для измерения импульсного поляризационного электрического тока состоял из полый трубки (она отмечена цифрой 3 на рис. 1, на концах которой закрепляли круглые платиновые электроды

( $R=0,4$  см), см. рисунок 1, электроды отмечены цифрами 1 и 2. Контакты электродов подключали к электронному регистрирующему блоку, на рисунке 1 он отмечен как амперметр и помечен цифрой 5. Свежеприготовленный гель помещали в полую трубку (вместе с трубкой отмечен цифрой 3 на рисунке 1). Расстояние между электродами составило 7,0 см или меньше. При этом ячейка, содержащая гель, замыкалась накоротко через шунт (отмечен цифрой 4 на рисунке 1) и амперметр (отмечен на рисунке 1 цифрой 5), величина выходного сопротивления была незначительной. Ток, возникающий в системе, измеряли на специальном электронном оборудовании с частотой опроса системы 5 раз в секунду. Эксперимент проводили в течение 6 часов. Схематично прибор изображён на рисунке 1.

Специальное оборудование (амперметр, отмеченный цифрой 5 на рис. 1) представляет собой электронную систему на основе приборов L-CARD или ZLab [1]. Площадь электродов составляет примерно один квадратный сантиметр. Частота опроса электронного измерительного прибора – 5 раз в секунду.

### **Результаты измерений**

Между двумя замкнутыми накоротко электродами возникает электрический ток, который носит, по-видимому, случайный характер. Величина тока колеблется от 1-2 нА до 0,5 мкА. Напряжение, возникающее между электродами, может достигать 0,2 Вольт.

Данные параметры системы сохраняются на протяжении нескольких месяцев, при этом колебания величины тока могут менять своё значение, меняясь на от 5-10 нА до 0,5 мкА, амплитуда измеренного тока не зависит от продолжительности эксперимента, и может быть равна 5 нА в первый день эксперимента, и 0,1 мкА на 60-ый. При этом могут возникать единовременные сильные токовые всплески, достигающие на уровне фона в 5 нА величины в 0,2 мкА.

Если обозреть графики зависимости тока от времени, то процесс на первый взгляд представляется полностью случайным, радикально меняющимся изо дня в день. При этом визуально сложно отличить токовые графики токов для оксигидратов различных металлов. Два различных графика тока для коллоида оксигидрата олова приведены на рис. 2.

Отметим, что графики на рисунке 3 создают впечатление процесса, развивающегося резко, сильными перепадами. Это впечатление полностью не соответствует действительному характеру процесса и обусловлено очень большим количеством экспериментальных точек, помещённых на график: экспозиция длительная, измерения идут 6 часов по 5 замеров каждую секунду. Поэтому на каждом из графиков помещается 90 000 экспериментальных точек. Их наложение друг на друга и создаёт впечатление резких сильных колебаний. В действительности процесс идёт хотя и случайно, но очень плавно, резкие изменения тока крайне редки. И, если пытаться определить случайный процесс изменения тока в коллоиде, то более всего уместна фраза – «медленно меняющийся случайный процесс».

Эксперимент проводился длительное время – на протяжении 3-х месяцев.

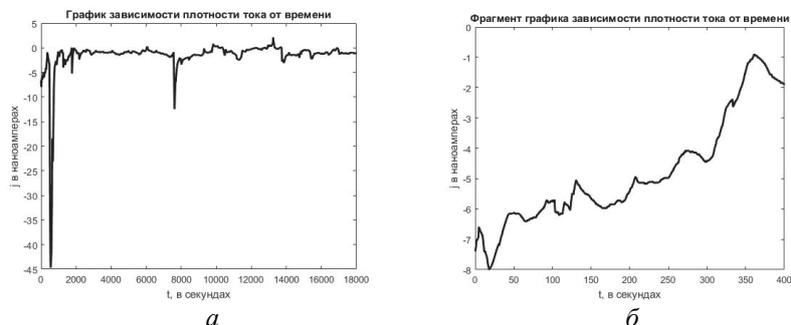


Рис. 2. Зависимость плотности силы тока (нА) от времени, с (на шестой день):

*a* – график зависимости силы тока на протяжении 6-и часов на 6-ой день;  
*б* – начальный фрагмент этого же графика (помещён для наглядности)

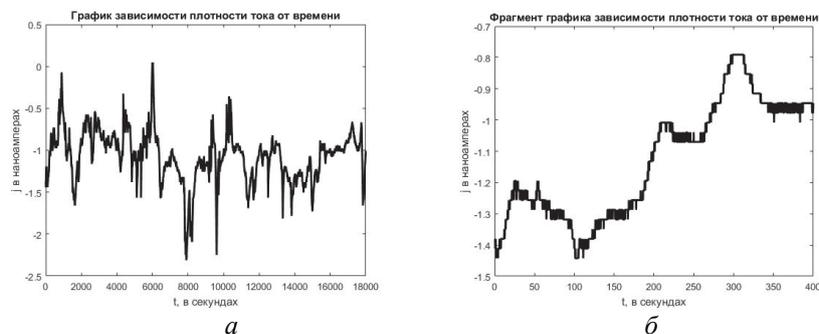


Рис. 3. Зависимость плотности силы (нА) тока от времени, с (на седьмой день)

*a* – график зависимости тока на протяжении 6-и часов на 7-ой день;  
*б* – начальный фрагмент этого же графика (помещён для наглядности)

Как несложно видеть из рисунков 2 и 3 далеко не очевидно, что между этими графиками есть что-то общее, хотя это замеры тока на 6-ые и 7-ые сутки.

Особенность этих графиков: по виду функции можно предположить, что функция негладкая, то есть её производная может иметь разрывы первого рода. Является ли это следствием шума или процесс на самом деле не гладок?

С другой стороны, из рисунка 3 видно, что шум действительно присутствует.

Далее, если рассмотреть разности между соседними членами числового ряда, полученного экспериментально, то несложно заметить, что его члены отличаются ровно на 0.031 нА. Возможно, это обусловлено конечной точностью измерений прибора.

Вопрос о возможной недифференцируемости измеренной функции хотелось бы рассматривать отдельно, так как он связан с моделью. В настоящей работе ограничимся гладкой моделью – будем считать, что негладкости являются следствием нали-

чия шума, вызванного как конечной точностью измерений, так и не относящимися к делу явлениями.

### **Выводы**

Актуальной проблемой современной химии является изучение структуры гелей оксигидратов тяжелых металлов и её изменений во времени.

Исследование свойств гелей оксигидратов тяжелых металлов, например, циркония, олова, железа, алюминия, иттрия и т.д., различными методами позволит в будущем получить различные модификации свойств гелей и их характеристик, в том числе стабильных во времени, а также позволит понять природу гелей неорганических полимеров, химических превращений в полимерных цепях.

В ранних исследованиях профессора Сухарева Ю.И. [2] было доказано, что в гелях оксигидратов тяжелых металлов присутствуют самопроизвольные выплески электрического тока, вызванные ионными нанокластерными движениями в геле.

Именно, анализ токовых выплесков, их природы и механизма возникновения, позволяет детально исследовать эволюцию и процессы структурообразования в гелях коллоидных систем, синтезированных в различных условиях.

Изучение коллоидных систем именно с точки зрения возникновения в них выплесков электрического тока (движение заряженных частиц) является одной из первоочередных задач в современной химии.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Yuri I. Sucharev. Nonlinearity of Colloid Systems: Oxyhydrate Systems. Switzerland, UK, USA: Trans Tech Publications. 2007. 433p.
2. Сухарев Ю. И., Марков Б. А. Нелинейность гелевых оксигидратных систем. – Екатеринбург: УрО РАН, 2005. – 468 с.

### **БИОГРАФИЯ**

**СУХАРЕВ ЮРИЙ ИВАНОВИЧ.** Я работаю в области нанотехнологий и специализируюсь в области физической химии. Должность: профессор, д.х.н., кафедра “Нанотехнологий”. ГОУ ВПО «Челябинский государственный университет», Челябинск, Россия. Доктор химических наук с 1998 г.

Область научных интересов – механизм формообразования оксигидратов тяжёлых металлов; антибактериальная активность нанокластеров оксигидратных систем.

**ТХАЙ ВАЛЕРИЙ ДМИТРИЕВИЧ.** Я работаю в области медицины и специализируюсь в области химии. Должность: зав. кафедрой Химии. ГБОУ ВПО "Уральская государственная медицинская академия" Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации, г. Екатеринбург, Россия.

Доктор химических наук с 1998 г.

Область научных интересов – механизм формообразования оксигидратов тяжёлых металлов; антибактериальная активность нанокластеров оксигидратных систем.

АПАЛИКОВА ИННА ЮРЬЕВНА. Я работаю в области нанотехнологий и специализируюсь в области физической химии. Должность: доцент. ФГКБОУ ВПО Филиал Военного Учебно-Научного Центра Военно-Воздушных сил “Военно-Воздушная Академия” в г. Челябинске, Россия.

Доцент с 2006 г.

Область научных интересов - механизм формообразования оксигидратов тяжёлых металлов; антибактериальная активность нанокластеров оксигидратных систем.

АПАЛИКОВ ВИТАЛИЙ ОЛЕГОВИЧ. Студент Автотракторного факультета, ЮУрГУ. Я работаю в области нанотехнологий и специализируюсь в области физической химии. ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет), Челябинск, Россия.

Студент 4 курса, ЮУрГУ.

Область научных интересов - механизм формообразования оксигидратов тяжёлых металлов; антибактериальная активность нанокластеров оксигидратных систем.

УДК: 546.831:627.3.028

#### COLLOID-CHEMICAL NANOPROCESSES BASED ON OXYHYDRATE SYSTEMS OF RARE-EARTH ELEMENTS

Yu.I. Sucharev<sup>1</sup>, V.D. Tkhai<sup>2</sup>, I.J. Apalikova<sup>3</sup>, V.O. Apalikov<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, Russia, Department of Colloid and Coherent Chemistry, 129, Bratiev Kashirinyh St., Chelyabinsk 454000 Russia. yuri\_sucharev@mail.ru*

<sup>2</sup>*Urals State Medical Academy of the Ministry of Health and Social Development of the Russian Federation, Ekaterinburg, Russia, Repin st., Thai@usma.ru*

<sup>3</sup>*Chelyabinsk Higher Military Aviation School for Navigators, Chelyabinsk, 454000 Russia, 11-th town st, I.apal-inna@yandex.ru*

<sup>4</sup>*South Ural State University, Chelyabinsk, Russia Lenin street, 76, apalikov74ru@yandex.ru*

**Key words:** zirconium oxyhydrate, gel nano-structures, oxyhydrate polymer chain, self-organization, spontaneous nano-currents, wave processes.

The present paper dwells upon the nanoprocesses as the chemical foundations of formation of a gel nanostructure (by the example of zirconium oxyhydrate) at the time of formation of oxyhydrate polymer chain and develops electrophoretic (diffusional) conceptions related to the phenomenon of self-organization of non-equilibrium oxyhydrate gel.

Let us contemplate general colloid conceptions first in order to further consider behavior of the ion fluxes in colloidal matter under conditions that are far from equilibrium. Ion fluxes are example of nanoprocesse, which take place in the gel systems. All macromolecular colloid structures of oxyhydrates are surrounded with a polarized diffuse double electrical layer [1]. The double electrical layer is formed because some of the ions are absorbed by the gels' matrix (potential-determining layer), while ions of the opposite sign stay in the intermicelle liquid to form the double electrical layer around the macromolecule.

The macromolecules of an oxyhydrate gel, as it was proven by quantum chemical calculations [2, 4], form a great number of varied conformers, and their shapes and structures can change under the effect of the surrounding medium even at room temperature [2]. At that phenomena of destruction and polymerization play not a small role as they also create a variety of conformers. That is why the macromolecular structures are capable of nearly instantaneous realignments at the temperature 298 K as a consequence of low potential barrier.

The continuous growth of the chains and their discontinuous disrapture secure periodicity of gel properties in time and emersion of directed flows of the ionic-clustered particles. Such a harmonious noise, as well as the noise in biological neurons, externalizes in the form of exploding behavior of the charged surges in inorganic oxyhydrate systems. This phenomenon is known as stochastic resonance. Presence of a stationary noise in excitable systems results in genesis of a new time scale that is the average time of excitement of the spikes (i.e., ion-flow surges). At that the excitable systems that feature the noise exhibit the coherent resonance effect. Oscillatory nature of the spike flow surges of clusters is, in fact, the evidence of conformation and structure diversity of gel.

Mathematical model reckons ejective periodical disturbances of the gel system, which determines extended current expulsions a peak character.

#### REFERENCE

1. Yuri I. Sucharev. Nonlinearity of Colloid Systems: Oxyhydrate Systems. Switzerland, UK, USA: Trans Tech Publications. 2007. 433p.
2. Yu.I. Sucharev and B.A. Markov: Non-linearity of gel oxyhydrate systems. – Yekaterinburg, Ural Branch of the Russian Academy of Science, 2005.

#### BIOGRAPHY

SUCHAREV YURI IVANOVICH. I work in the field of nanotechnology and specialize in physical chemistry. Position: Professor, Doctor of chemical sciences, department "Nanotechnology". Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, Russia. Doctor of Chemical Sciences since 1998.

The field of scientific interests is the mechanism of formation of oxyhydrates of heavy metals; Antibacterial activity of nanoclusters of oxyhydrate systems.

THAY VALERY DMITRIEVICH. I work in the field of medicine and specialize in chemistry. Position: Head of Department of Chemistry. Urals State Medical Academy of

the Ministry of Health and Social Development of the Russian Federation, Ekaterinburg, Russia.

Doctor of Chemical Sciences since 1998.

The field of scientific interests is the mechanism of formation of oxyhydrates of heavy metals; Antibacterial activity of nanoclusters of oxyhydrate systems.

APALIKOVA INNA YURIEVNA. I work in the field of nanotechnology and specialize in physical chemistry. Position: Associate Professor. FGKBOU HPE Branch of the Military Training and Scientific Center of the Air Force "Military Air Academy" in Chelyabinsk, Russia.

Associate Professor since 2006.

The field of scientific interests is the mechanism of formation of oxyhydrates of heavy metals; Antibacterial activity of nanoclusters of oxyhydrate systems.

APALIKOV VITALY OLEGOVICH. Student of the Automotive and Tractor Department, SUSU.

I work in the field of nanotechnology and specialize in physical chemistry. Federal State Budget Educational Institution of Higher Professional Education "South Ural State University" (National Research University), Chelyabinsk, Russia.

Student 4 courses, SUSU.

The field of scientific interests is the mechanism of formation of oxyhydrates of heavy metals; Antibacterial activity of nanoclusters of oxyhydrate systems.

## **ВЛИЯНИЕ НАНОПОРОШКОВ НА РОСТ РАСТОРОПШИ ПЯТНИСТОЙ**

**В.В. Тхай, С.И. Неуймин, В.Д. Тхай**

***ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России, г. Екатеринбург  
vthay@mail.ru***

Изучено влияние нанопорошков на рост расторопши пятнистой. Показано, что наибольшее влияние на семена Расторопши пятнистой оказало вымачивание их в воде в течении 60 мин, так как при данной экспозиции установлено наибольшее количество проростков на начальных этапах закладки на проращивание.

Наилучший результат по количеству проростков на конечном этапе дали эти же семена.

Нанокристаллические металлы, обладая уникальными свойствами, могут использоваться как биопрепараты нового поколения, к тому же они экономически выгодны и влияют на повышение продуктивности сельскохозяйственных растений и животных. Отличительной особенностью УДПМ является их малая токсичность по сравнению с

солями металлов и способность при очень малых дозах активизировать физиологические и биохимические процессы.

Изучено влияние растворов воды, содержащей нанопорошки железа и серебра, на энергию прорастания семян «Расторопши пятнистой» и количество проросших семян Расторопши пятнистой. Время экспозиции составляло: 30 мин, 60 мин и 90 мин.

Получено, что наибольшее влияние на семена Расторопши пятнистой оказало вымачивание их в воде в течении 60 мин, так как при данной экспозиции установлено наибольшее количество проростков на начальных этапах закладки на проращивание. Наилучший результат по количеству проростков на конечном этапе дали эти же семена.

Наименьшее влияние данного раствора на всхожесть семян расторопши пятнистой установлено при экспозиции 60мин. При данной экспозиции наблюдается появление первых проростков на 4 день после закладки, которое на 5 день характеризуется значительным увеличением количества проросших семян. Но уже на 7 день наблюдается незначительное изменение, переходящее на 8-ой день в стабильное состояние. По сравнению со стандартом при данной экспозиции у стандартного раствора наблюдается результат, лучше, чем при обработке раствором, содержащем частицы порошка железа.

При экспозиции 90 минут количество проростков на начальных этапах характеризуется незначительным ростом, но тем не менее на 5 день наблюдается резкое увеличение количество проросших семян, что также наблюдается при обработке семян стандартом. На последующих этапах установлено постепенное увеличение количества проростков, но затем появление новых проростков прекращается и на завершающих этапах остается без изменений.

Для экспозиции 30мин характерно наибольшее влияние исследуемого раствора на энергию прорастания семян расторопши пятнистой. Начальный этап характеризуется незначительным количеством проростков, который затем на 5 день сменяется более прогрессивным ростом, которое можем также наблюдать в данный период у семян со стандартным образцом. При том, что на начальных этапах наблюдали значительный рост, уже в середине данного эксперимента появление новых проростков практически завершилось.

**Сводная таблица по растворам**

	Дни с момента закладки												
	1	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	15	16
Вода	–	64	164	343	369	439	460	476	476	479	482	483	485
P-p с Fe	–	4	22	171	241	304	323	348	349	349	354	354	355
P-p с Ag	–	19	62	212	285	322	334	355	355	361	365	369	372



Рис. 1. Экспозиция 30 минут

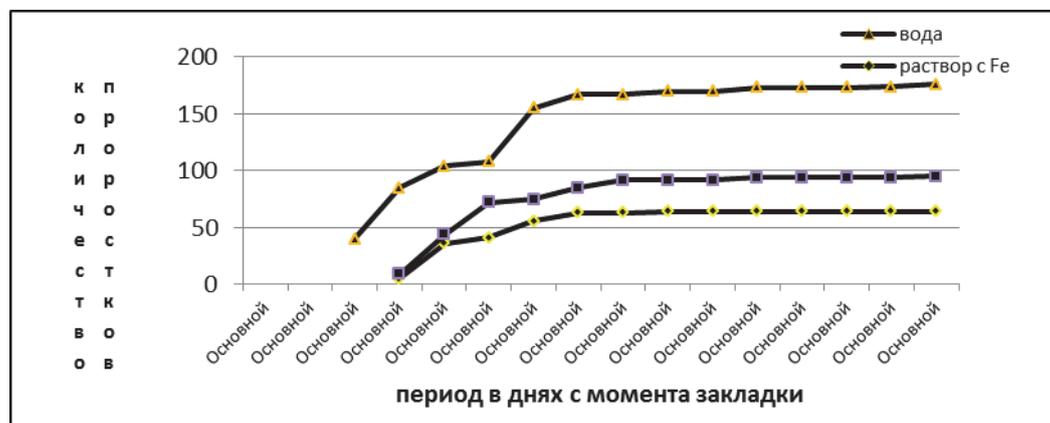


Рис. 2. Экспозиция 60 минут

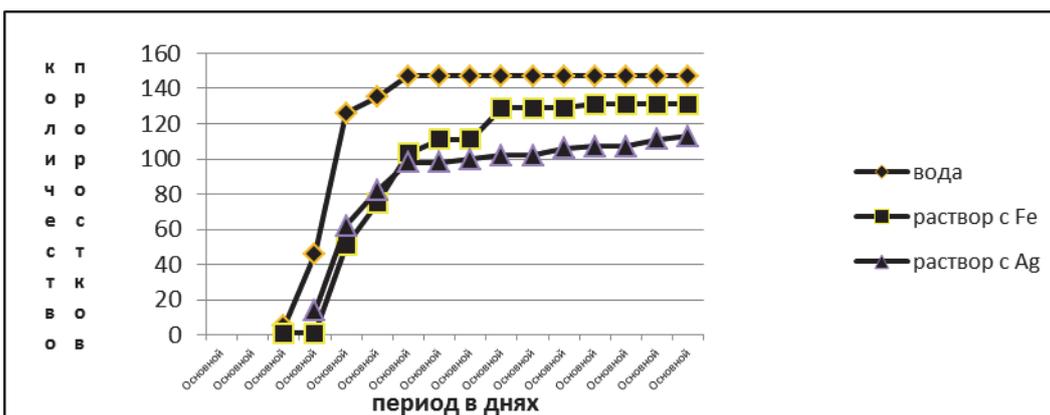


Рис. 3. Экспозиция 90 минут

### **Заключение**

Отличительной особенностью УДПМ является их малая токсичность по сравнению с солями металлов и способность при очень малых дозах активизировать физиологические и биохимические процессы.

Растворы воды, содержащие нанопорошки железа и серебра, оказывают влияние на энергию прорастания семян «Расторопши пятнистой» и количество проросших семян.

Наибольшее влияние на семена Расторопши пятнистой оказало вымачивание их в воде в течении 60мин. При данной экспозиции установлено наибольшее количество проростков на начальных этапах закладки на проращивание. Наилучший результат по количеству проростков на конечном этапе дали эти же семена.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Яворовский Н.А. Получение ультрадисперсных порошков // Изв. высш. уч. зав. Физика. – 1996. – № 4. – С. 114–136.
2. Райкова А.П., Паничкин Л.А. Предпосевная обработка семян // Докл. ТСХА, М., 2000

### **БИОГРАФИЯ**

Я работаю в области медицины и специализируюсь в фармации. Работаю провизором в ЕМУП «Здоровье» г. Екатеринбург. Область моих научных интересов включает фармацию и общественные науки.

## **INFLUENCE OF NANOPOWDERS ON HEIGHT OF SPOTTED THISTLE**

**V.V. Tkhay, S.I. Neuimin, V.D. Tkhay**

*Ural State Medical University, Ekaterinburg*

*vthay@mail.ru*

**Annotation.** Nanocrystalline metals, possessing unique properties, can be used as biologics of new generation. The distinctive feature of УДПМ is their small toxiness as compared to salts of metals and ability at very small doses to activate physiological and biochemical processes.

Influence is studied of solutions of water, containing nanopowders of iron and silver, on energy of germination of seed of "spotted thistle" and amount of germinating seed of spotted thistle. Time of display made: 30, 60 and 90 minutes.

It is got, that most influence on the seed of spotted thistle rendered steeping of them in water in the flow of 60 minutes. At this display the most of plantlets is set on the initial stages of bookmark on sprouting

The least influence of this solution on the germination of seed of spotted thistle is set at the display of 60 minutes.

At a display 90 minutes the amount of plantlets on the initial stages is characterized an insignificant height. But on 5 day there is a sharp increase amount of germinating seed.

For the display of 30 minutes most influence of the investigated solution is characteristic on energy of germination of seed of spotted thistle. The initial stage is characterized the negligible quantity of plantlets, that after on 5 day is replaced by more progressive height.

Thus, nanopowders can be recommended for labilizing of process of germination of seed of spotted thistle.

#### REFERENCES

1. Яворовский of Н.А. Receipt of ультрадисперсных powders // of Изв. высш. уч. зав. Physics. – 1996. – № 4. – С. 114–136.
2. Райкова of А.П., Паничкин of Л.А. Preseed treatment of seed // of Докл. ТСХА, М., 2000.

#### BIOGRAPHY

I work in area of medicine and specialized on pharmacy. I work as a pharmacist in "Health" Ekaterinburg. The area of my scientific interests includes pharmacy and social sciences.

### СТАБИЛИЗАЦИЯ ПЕРЕСЫЩЕННЫХ РАСТВОРОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЖИДКОЙ ЛЕКАРСТВЕННОЙ ФОРМЫ ТРИАЗАВИРИНА 10%

**В.Д. Тхай, О.А. Дудорова, А.Ю. Петров<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Уральский Государственный Медицинский Университет, каф. фармации,  
vthay@mail.ru*

**Аннотация.** Изучено влияние добавления различных веществ, а также изменения используемой соли лекарственного препарата на стабильность его раствора при хранении. Выявлен компонент, позволяющий сохранять стабильность пересыщенного раствора Триазавирина 10% - глицин.

Триазавирин – это российский противовирусный препарат прямого действия. Препарат относится к семейству азолоазинов и эффективен против 15 видов гриппа. Триазавирин представляет собой синтетический аналого пуриновых нуклеозидов (гуанина). На данный момент Триазавирин выпускается в форме капсул для энтерального введения. Однако, современная медицина нуждается в производстве противовирусных препаратов не только в форме капсул для приема внутрь, но и в виде инъекционных лекарственных форм, а также профилактических ларингиальных, назальных и других форм.

Триазавирин проявил противовирусный эффект при применении его в диапазоне доз от 1 до 100 мг/кг массы животного по профилактическим схемам[1]. Оптимальная концентрация Триазавирина для использования его в виде раствора (как инъекционного, так и ларингального) составляет 10%. Однако, растворимость триазавирина составляет всего 4%. Поэтому, чтобы изготовить раствор 10% необходимо стабилизировать пересыщенный раствор препарата.

**Цель исследования.** Целью данной работы является изучение влияния различных факторов на стабильность пересыщенного 10 % раствора триазавирина и оптимизация его состава.

#### **Задачи**

1. Изучить факторы, которые могут влиять на стабильность пересыщенного раствора.
2. Подобрать методики для стабилизации пересыщенного раствора Триазавирина 10%.
3. Разработать оптимальный состав раствора препарата, при котором он будет сохранять свою стабильность.

#### **Материалы и методы**

В работе использовалась фармацевтическая субстанция Триазавирина (ООО "Завод Медсинтез", Россия, соответствующая ФС 000279-141211), Метилцеллюлоза (TOP Pharm Chemical, China), Гидроксиэтилкрахмал (Wuhan HUST Life Science&Technology, China), Вода дистиллированная (ООО "Завод Медсинтез", Россия, соответствующая ФС.2.2.0019.15), Глицин (Shijiazhuang Jirong Pharmaceutical Co., China, № ЛСР-009394/09), Глютаминовая кислота (ООО «Марбиофарм», Россия, № ФС-000076), Аминокaproновая кислота (ООО «Полисинтез», Россия, ФС.2.1.0001.15).

Обзор современных способов стабилизации растворов показал, что применительно к триазавирину можно использовать следующие способы стабилизации[2]:

- Использование пересыщенной системы полимеров;
- Совместное использование натриевых солей и полимеров;
- Добавление гидрофильных добавок;
- Использование циклодекстринов;
- Добавление кислот (в т.ч. аминокислот).

Стоит отметить, что большинство исследований за рубежом показывают, что оптимальным способом стабилизации пересыщенного раствора ЛС является добавление полимеров и аминокислот [3–5].

Субстанция Триазавирина растворялась в дистиллированной стерильной воде при нагревании на водяной бане при постоянном перемешивании до получения 10% раствора лекарственного препарата. Далее для стабилизации раствора вводились возможные стабилизаторы в различных количествах. Далее полученные растворы помещались в стеклянные ампулы, которые запаивались и помещались на хранение на 6 месяцев.

В качестве полимеров для стабилизации раствора триазавирина были выбраны два основных вещества – метилцеллюлоза и гидроксиэтилкрахмал, как наиболее оптимальные по характеристикам. Так как оптимальная концентрация полимеров в разных источниках указана около 1%, то были изготовлены растворы с концентрацией полимеров от 0,5 до 1,5%.

Также на хранение помещался образец чистого раствора Триазавирина 10% (образец № 0).

В качестве стабилизирующих аминокислот использовались Глицин, Глутаминовая и Аминокапроновая кислота в концентрации 1%.

В результате были созданы растворы следующих составов (табл. 1 и 2).

Таблица 1

**Составы растворов Триазавирина 10% с полимерами**

Номер раствора	Концентрация метилцеллюлозы, %	Масса метилцеллюлозы на 10 мл раствора, г	Концентрация гидроксиэтилкрахмала, %	Масса гидроксиэтилкрахмала на 10 мл раствора, г
1	0,5	0,05	0	0
2	1	0,1	0	0
3	1,5	0,15	0	0
4	0	0	0,5	0,05
5	0	0	1	0,1
6	0	0	1,5	0,15

Таблица 2

**Составы растворов Триазавирина 10% с аминокислотами**

Номер раствора	Концентрация глицина, %	Масса глицина на 10 мл раствора, г	Концентрация глутаминовой кислоты, %	Масса глутаминовой кислоты на 10 мл, г	Концентрация аминокaproновой кислоты, %	Масса аминокaproновой кислоты на 10 мл, г
7	1	0,1	1	0,1	1	0,1
8	1	0,1	1	0,1	1	0,1
9	1	0,1	1	0,1	1	0,1

По окончании срока хранения образцы анализировались в сравнении с образцом №0 и в сравнении с собственными характеристиками при помещении на хранение. Анализ проводился по следующим показателям: прозрачность, цветность, отсутствие механических включений (рис. 1 и 2).

Результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3

**Анализ образцов раствора после 6 месяцев хранения.**

Номер раствора	Прозрачность	Цветность	Механические включения	Общее заключение
0	Раствор мутный	Цветность сохранена	Присутствуют значительно	Раствор не пригоден для дальнейшего изучения
1	Раствор прозрачный	Цветность сохранена	Присутствуют	Раствор не пригоден для дальнейшего изучения
2	Раствор прозрачный	Цветность сохранена	Присутствуют	Раствор не пригоден для дальнейшего изучения
3	Раствор прозрачный	Цветность сохранена	Присутствуют	Раствор не пригоден для дальнейшего изучения
4	Раствор мутный	Цветность сохранена	Присутствуют значительно	Раствор не пригоден для дальнейшего изучения
5	Раствор мутный	Цветность сохранена	Присутствуют значительно	Раствор не пригоден для дальнейшего изучения
6	Раствор мутный	Цветность сохранена	Присутствуют	Раствор не пригоден для дальнейшего изучения
7	Раствор прозрачный	Цветность сохранена	Отсутствуют	Раствор пригоден для дальнейшего изучения
8	Раствор прозрачный	Цветность сохранена	Присутствуют	Раствор не пригоден для дальнейшего изучения
9	Раствор прозрачный	Цветность сохранена	Присутствуют значительно	Раствор не пригоден для дальнейшего изучения

**Выводы**

1. Полимеры повышают стабильность пересыщенного раствора триазавирина, однако препарат все равно в процессе хранения выпадает в осадок. Необходимо выработать технологию изготовления пересыщенного раствора или выбрать оптимальную концентрацию стабилизатора. Наиболее оптимальна для применения в качестве стабилизатора метилцеллюлоза, так как при применении МЦ растворы сохраняют прозрачность.

2. Аминокапроновая и глутаминовая кислота также сохраняют прозрачность раствора, однако триазавирин все равно выпадает в осадок при хранении.

3. Наиболее актуален для стабилизации раствора триазавирина глицин. При его применении раствор сохраняет цветность, прозрачность и триазавирин не выпадает в осадок. Таким образом, дальнейшие исследования следует продолжать в этом направлении.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Логинова С.Я. Лечебная эффективность нового отечественного препарата Триазавирин в отношении возбудителя гриппа А (H5N1) Антибиотики и химиотерапия [текст] / Логинова С.Я., Борисевич С.В. и др. // 2011. – № 56(1-2). – С. 10–13.

2. Патент №216.014.C584 РФ Инъекционный раствор для лечения вирусных заболеваний, выбранных из гриппа H1N1, H3N2, H5N1, клещевого энцефалита и лихорадки Западного Нила / Чарушин В.Н., Чулахин О.Н., Киселев О.И., Уломский Е.Н., Русинов В.Л., Деева Э.Г.

3. Impact of polymer conformation on the crystal growth inhibition of a poorly water-soluble drug in aqueous solution. / Schram CJ, Beaudoin SP, Taylor LS // *Langmuir*. 2015;31(1):171-9.

4. Pat. No.: US9192577B2. USA. Pharmaceutical compositions comprising a basic respectively acidic drug compound, a surfactant and a physiologically tolerable water-soluble acid respectively base. / Roger Vandecruys, Jozef Peeters, Marcus Brewster.

5. Combined use of crystalline sodium salt and polymeric precipitation inhibitors to improve pharmacokinetic profile of ibuprofen through supersaturation. / Terebetski JL, Cummings JJ, Fauty SE, Michniak-Kohn B. // *AAPS PharmSciTech*. 2014 Oct;15(5):1334-44.

### БИОГРАФИЯ

Я работаю в области электрохимии и специализируюсь на коррозии металлов в расплавленных средах. Работаю заведующим кафедрой химии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО Уральский государственный медицинский университет Минздрава России. Доктор химических наук, профессор. Область моих научных интересов включает химию, физическую химию, электрохимию и фармацию.

### STABILIZATION OF REDUCED SOLUTIONS OF MEDICINAL SUBSTANCES FOR CREATION OF LIQUID MEDICINAL FORM OF TRIAZAVIRIN 10%

V.D. Tkhai, O.A. Dudorova, A.Yu. Petrov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Ural State Medical University, Department of Pharmacy, uniitmp@yandex.ru*

**Annotation.** The effect of the addition of various substances, as well as the change in the salt of the drug used, on the stability of its solution during storage was studied. A component that allows the stability of a supersaturated solution of Triasavirin 10% glycine is revealed.

An overview of modern methods of solution stabilization has shown that the following stabilization methods can be used for triazavirin [2]:

- Use of a supersaturated polymer system;
- Joint use of sodium salts and polymers;
- Addition of hydrophilic additives;
- Use of cyclodextrins;
- Addition of acids (including amino acid).

It should be noted that most studies abroad show that the optimal way to stabilize a supersaturated solution of LS is the addition of polymers and amino acids [3-5].

The substance of Triazavirin dissolved in distilled sterile water when heated in a water bath with constant stirring to obtain a 10% solution of the drug. Further, to stabilize the so-

lution, possible stabilizers were introduced in various amounts. Further, the resulting solutions were placed in glass ampoules, which were sealed and stored for 6 months.

As the polymers for the stabilization of the solution of triazavirin, two basic substances were chosen: methylcellulose and hydroxyethyl starch, which are the most optimal in terms of characteristics. Since the optimal concentration of polymers in different sources is about 1%, solutions with a polymer concentration of 0.5 to 1.5% were made.

A sample of a pure Triasavirin reagent 10% was also stored.

Glycine, Glutamine and Aminocaproic Acid were used as stabilizing amino acids at a concentration of 1%.

At the end of the shelf life, the samples were analyzed in comparison with sample No. 0 and in comparison with their own characteristics when deposited. The analysis was carried out for the following indicators: transparency, chromaticity, absence of mechanical inclusions.

### Conclusions

1. Polymers increase the stability of the supersaturated solution of triazavirin, but the preparation still precipitates during storage. It is necessary to develop a technology for manufacturing a supersaturated solution or to select the optimum stabilizer concentration. The most optimal for use as a stabilizer methylcellulose, because when using MC solutions remain transparent.

2. Aminocaproic and glutamic acid also retain the transparency of the solution, however triazavirin still precipitates during storage.

3. The most relevant for the stabilization of a solution of triazavirin glycine. When applied, the solution retains color, transparency and triazavirin does not precipitate. Therefore, further research should continue in this direction.

### REFERENCES

1. Loginova S.Ya. Therapeutic efficacy of the new Russian drug Triazavirin against the pathogen of influenza A (H5N1) Antibiotics and chemotherapy [text] / Loginova S.Ya., Borisievich S.V., Maksimov V.A., Bondarev V.P., Kotovskaya S.K., Rusinov V.L., Charushin V.N., Chupakhin O.N. // 2011. – № 56 (1-2). – С. 10–13.

2. Patent № 216.014.C584 RF Injection solution for treatment of viral diseases selected from influenza H1N1, H3N2, H5N1, TISSUE ENCEPHALITIS AND FEVER OF WESTERN NILE [text] / Charushin VN, Chupakhin ON, Kiselev OI ., Ulomsky EN, Rusinov VL, Deeva E.G.

3. Impact of polymer conformation on the crystal growth inhibition of a poorly water-soluble drug in aqueous solution. / Schram CJ, Beaudoin SP, Taylor LS // Langmuir. 2015;31(1):171-9.

4. Pat. No.: US9192577B2. USA. Pharmaceutical compositions comprising a basic respectively acidic drug compound, a surfactant and a physiologically tolerable water-soluble acid respectively base. / Roger Vandecruys, Jozef Peeters, Marcus Brewster.

5. Combined use of crystalline sodium salt and polymeric precipitation inhibitors to improve pharmacokinetic profile of ibuprofen through supersaturation. / Terebetski JL, Cummings JJ, Fauty SE, Michniak-Kohn B. // AAPS PharmSciTech. 2014 Oct;15(5):1334-44.

## BIOGRAPHY

I work in area of electrochemistry and specialized on corrosion of metals in molten environments. I work as to the managers the department of chemistry of pharmaceutical faculty in the Ural state medical university of Ministry of health of Russia. Doctor of chemical sciences, professor. The area of my scientific interests includes chemistry, physical chemistry, electrochemistry and pharmacy.

### ПОЛУЧЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРОФИЛЬНЫХ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ ПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА И КРАХМАЛА

**П.И. Уркимбаева, З.А. Кенесова, Г.А. Мун**

*Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби, Алматы  
urkimbayeva.perizat@gmail.com*

Получены сополимеры прививочного типа на основе поливинилового спирта и крахмала. Методом полива получены пленки и изучены основные их характеристики. Установлено, что полученные пленки являются биоразлагаемыми.

Полимерные композиционные материалы, производимые из нефти, очень широко используются во всем мире. Однако, с увеличением потребностей, утилизация отходов полимеров стала серьезной глобальной проблемой. Анализ патентной и научной литературы показывает, что ассортимент реально доступных, в практическом отношении, гидрофильных полимеров, способных к биodeградации, весьма узок и ограничивается буквально несколькими наименованиями. В связи с этим возникает проблема расширения диапазона биоразлагаемых водорастворимых полимеров. Это обуславливает особую актуальность и значимость исследований, направленных на дизайн и выявления фундаментальных закономерностей структурообразования и функционирования новых биodeградируемых полимерных материалов, получаемых на основе промышленно-доступных мономеров и полимеров.

Наибольший интерес при производстве биоразлагаемых полимеров проявляет крахмал, как природное растительное сырье масштабного производства. Крахмал содержит гидроксильные группы, которые притягивают воду, из-за этого происходит преждевременное разложение полимера. Дополнительная химическая обработка, например прививка другого полимера, позволяет создать дополнительные связи между различными частями полимера крахмала для того, чтобы увеличить его терmostойкость, устойчивость к воздействию кислот и срезающему усилию. В результате образуется модифицированный крахмал, который разлагается в окружающей среде, но обладает свойствами коммерчески полезного термопласта [1].

В настоящей работе получены гидрофильные биоразлагаемые полимеры прививочного типа на основе промышленно доступного водорастворимого полимера – поливинилового спирта с крахмалом. Методом полива получены пленки на основе указанных полимеров различного состава.

Для исходных полимеров ПВС и крахмала, а так же полученных пленок на их основе были записаны ИК-спектры (табл. 1). Из анализа приведенных данных обнаружено наличие обоих исходных компонентов в составе пленок, а именно, в спектрах наблюдаются полосы поглощения, характерные для С-О-Н, присущие гидроксильным группам ПВС и С-О-С, присущие для эфирных групп крахмала. Установлено, что при этом происходит межмолекулярное взаимодействия между гидроксильными группами макромолекул спирта и эфирных групп крахмала при этом образуются водородные связи, о чем свидетельствуют полосы поглощения при 3500-3100 см<sup>-1</sup>.

Таблица 1

**Значения пиков ИК-спектра для пленок на основе ПВС- крахмал**

Функциональные группы	Характерная длина волны, см <sup>-1</sup>
С-Н	2937,1
-CH <sub>2</sub> -	2914,1425-1323
С=C (остаток)	944
С-О-Н	1020
С-О-С	1082,845
С=О	1732
С-О	1240
-ОН (H <sub>2</sub> O)	3500-3100

На рис. 1 представлены данные по растворимости пленок на основе ПВС и крахмала разного состава в зависимости от температуры. Видно, что для образцов пленки с большим содержанием крахмала в составе (масс.%), время растворимости имеет более высокие значения по сравнению с пленками с малым содержанием крахмала. Однако при повышении температуры до 40°C наблюдается заметное снижение времени растворимости пленок для всех составов. Вероятно, это обусловлено разрушением сетки водородных связей между ПВС и крахмалом, что и способствует быстрой растворимости полученных пленок.

Далее в работе были исследованы термические свойства полученных пленок методом дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК). На рисунке 2 представлены термограммы пленок ПВС-крахмал различных составов. Для пленок в температурном интервале 20-220°C на кривых наблюдаются два термических эффекта. Первый эффект в температурном интервале 20-30°C имеет форму, характерную для процессов стеклования, и, по всей вероятности, отвечает температуре стеклования

ПВС. Известно, что смешение ПВС с крахмалом приводит к значительному снижению температуры стеклования поливинилового спирта [2].

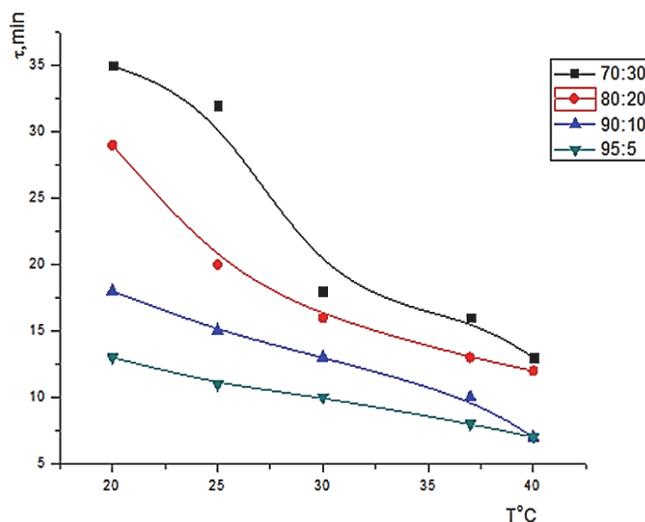
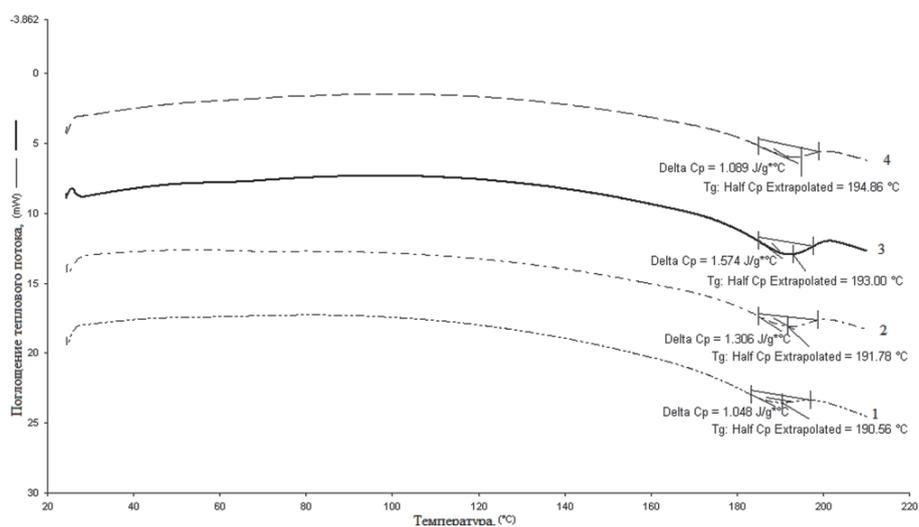


Рис. 1. Влияние состава и температуры на растворимость полимерных пленок на основе ПВС и крахмала в воде

Второй эффект, наблюдающийся в температурном интервале 190-195°C, по-видимому, обусловлен частичным разложением образца.



[ПВС]:[крахмал] = 95:5 (1); 90:10 (2); 80:20 (3); 70:30 масс.% (4); Mw (ПВС) = 31000

Рис. 2. Термические свойства пленок на основе ПВС и крахмала

В работе также изучены прочностные свойства пленок на основе ПВС-крахмал с использованием теста на растяжение образцов пленок. Установлено, что на величину растяжения существенное влияние оказывает молекулярная масса ПВС, а также содержание крахмала в составе пленки (рис. 3). Обнаружено, что увеличение молекулярной массы ПВС, приводит к более высокому проценту растяжения при наибольшей нагрузке силы, что свидетельствует о более лучших показателях механических свойств образцов пленок.

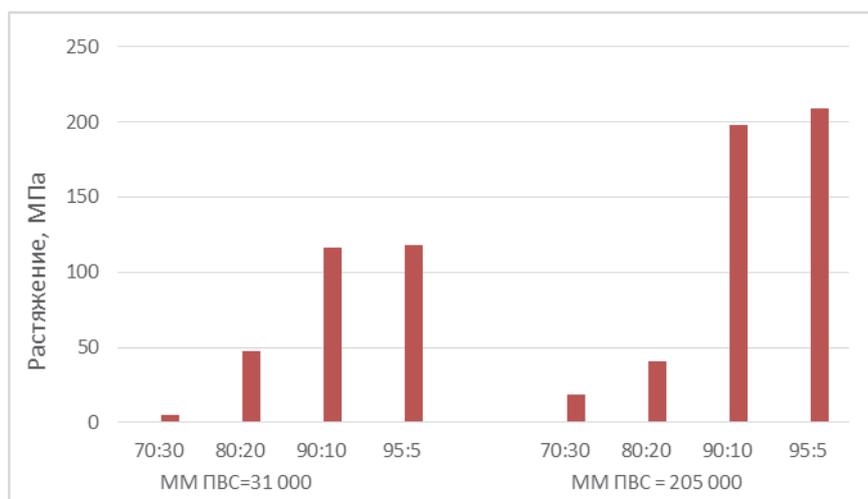


Рис. 3. Результаты теста на растяжение пленок на основе ПВС-крахмал

При изучении биоразложения образцов пленок в почве было установлено, что на разложение пленок влияет содержание влаги и молекулярная масса ПВС. В частности, если в сухой почве деструкция пленок происходит в течение от 10 до 14 суток в зависимости от  $M_w(\text{ПВС})$ , то во влажной среде разложение достигается уже за 3 суток.

Таблица 2

#### Биодеградация пленок в сухой и влажной почвах

$M_w$ ПВС	соотношение [ПВС]:[Крахмал], моль.%		
	80:20	90:10	95:5
Биодеградация пленок в сухой почве			
31 000	10 дней	10 дней	10 дней
205 000	14 дней	14 дней	13 дней
Биодеградация пленок во влажной почве			
31 000	3 дня	3 дня	3 дня
205 000	3 дня	3 дня	3 дня

Таким образом, в работе получены биоразлагаемые пленки на основе поливинилового спирта и крахмала разного состава. Изучены основные характеристики полученных пленок, такие как растворимость, отношение к нагреванию, механические свойства и способность к биодegradации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Суворова А.И., Тюкова И.С., Труфанова Е.И. «Биоразлагаемые полимерные материалы на основе крахмала» // Успехи химии. – 2000. – Т. 69. – № 5. – С. 494–504.
2. Ермолович О.А., Макаревич А.В. и др. «Биоразлагаемые ориентированные плоские волокна на основе крахмалонаполненного полипропилена» // Химические волокна. – 2006. – № 5. – С. 26–30.
3. Фомин В.А., Гузеев В.В. «Биоразлагаемые полимеры, состояние и перспективы использования» // Пластические массы. – 2001. – № 2. – С. 42–46.

#### БИОГРАФИЯ

Я, Уркимбаева Перизат Ибрагимовна, работаю в области химии полимеров и специализируюсь на химии полимеров биомедицинского назначения. Работаю доцентом на кафедре химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров факультета химии и химической технологии Казахского национального университета имени аль-Фараби г. Алматы. Кандидат химических наук с 2002 года. Область моих научных интересов включает синтез и характеристика стимулчувствительных полимеров, получение полимеров биомедицинского назначения, полимерные гидрогелевые раневые повязки, биоразлагаемые и биодеструктурируемые полимеры.

#### OBTAINING AND CHARACTERISTIC OF HYDROPHILIC BIODEGRATED POLYMERS BASED ON POLYVINYL ALCOHOL AND STARCH

**P.I. Urkimbaeva, Z.A. Kenessova, G.A. Mun**

*al-Farabi Kazakh National University, Almaty  
urkimbayeva.perizat@gmail.com*

In the work on the basis of polyvinyl alcohol and starch, copolymers of the grafting type were obtained. Films were obtained on the basis of the obtained copolymers. The presence of functional groups belonging to PVA and starch in the composition of the film was established by the IR spectrometric method. The formation of a hydrogen bond between PVA and starch is also proved. For films, their solubility as a function of temperature has been studied. It was found that the starch content affects the solubility time - for samples with a large content of starch, the solubility time of the films increases. However, an increase in temperature leads to a significant decrease in the solubility times of the films.

Also for the films their mechanical properties were determined, in particular, a test for rajatzhenie was carried out. It is established that the films have sufficiently high tensile indices. In addition, this indicator is also affected by the starch content of the films and the molecular weight of the polyvinyl alcohol. The ability to biodegradation has been studied. It has been established that degradation of films is better carried out in moist soil and occurs for 3 days compared to degradation in dry soil (10-14 days).

Thus, biodegradable films based on polyvinyl alcohol and starch of different composition were obtained. The main characteristics of the resulting films, such as solubility, the relation to heating, mechanical properties and biodegradability are studied.

#### REFERENCES

1. Suvorova A.I., Tyukova I.S., Trufanova E.I. "Biodegradable polymeric materials based on starch" // Successes of chemistry. – 2000. – Т. 69. – № 5. – P. 494–504.
2. Ermolovich O.A., Makarevich A.V. and others "Biodegradable oriented flat fibers based on starch-filled polypropylene" // Chemical fibers. – 2006. – № 5. – P. 26–30.
3. Fomin V.A., Guzeev V.V. "Biodegradable polymers, state and prospects of use" // Plastic masses. – 2001, No. 2. – P. 42-46.

#### BIOGRAPHY

I work in the field of polymer focusing on the processes in synthesis of biomedicine polymers. I'm with al-Farabi Kazakh National University. My position is professor of department chemistry and technology of organic substances, natural compounds and polymers. I received my PhD in Chemistry degree in al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan in 2002. My research interests include synthesis and characterization of stimulus-sensitive polymers, preparation of polymers of biomedical nazanacheniya, polymeric hydrogel wound dressings, biodegradable and biodegradable polymers.

### ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВРЕЖДЕНИЙ ОРГАНОВ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ И ЗАБРЮШИННОГО ПРОСТРАНСТВА

**О.И. Хван, Б.А. Абдукаримов**

*Главное бюро СМЭ Министерства здравоохранения Республики Узбекистан  
hoi8@yandex.ru*

В основу исследования положены данные изучения 849 случаев из экспертной практики с тупой травмой живота. Выявлены морфологические особенности повреждений печени, селезенки и почек, причинённые тупыми предметами. Установлены диагностически значимые критерии, позволяющие по характеру повреждений определять основные виды травматического воздействия, проводить дифференциальную

диагностику механизма травмы, решать вопрос о месте приложения травмирующего воздействия.

Научно-технический прогресс привел к возникновению травматической пандемии, обусловленной урбанизацией, ростом автомобильного парка. [1; 2].

В общей структуре механических повреждений открытые и закрытые повреждения живота встречаются в 2%-5%. [3].

Актуальность проблемы повреждений органов брюшной полости определяется многими аспектами. Среди них наиболее важными являются исключительная тяжесть и высокий процент летальных исходов [4].

Всё вышеизложенное свидетельствует о том, что проблема установления наличия повреждений органов брюшной полости и забрюшинного пространства продолжает оставаться актуальной, особенно при отсутствии следов повреждений на теле и о необходимости разработки новых методик диагностики.

В связи с этим целью данного исследования явилось выявление характера и частоты повреждений печени, селезенки и почек.

#### **Материалы и методы**

За 10 летний период нами было проанализировано 849 случаев по поводу повреждений органов брюшной полости, забрюшинного пространства и передней стенки живота.

Из общего числа пострадавших мужчин было 559 ( $63 \pm 1,9\%$ ), а женщин – 329 ( $37 \pm 1,9\%$ ), что достоверно ниже ( $P < 0,001$ ).

Причиной получения травм в 164 (19,3%) случаях было падение с высоты, в 258 (30,4%) случаях – драка или избиение, в 419 (49,3%) – автотравма. Таким образом, в наибольшем количестве случаев причинами получения, пострадавшими травм органов брюшной полости и забрюшинного пространства были дорожно-транспортные происшествия и бытовая травма.

У исследуемых пострадавших в 74 (8,7%) случаях травмы органов брюшной полости и забрюшинного пространства наблюдались в изолированном виде. В 775 (91,3%) случаях встречались сочетанные повреждения органов.

Наиболее часто сочетанные повреждения внутренних органов в виде разрывов почки, печени, толстого кишечника, поджелудочной железы и селезенки встречались при падении с высоты, что составляет (11,7%). Следует отметить, что повреждения поджелудочной железы наблюдались только в сочетании с разрывами селезенки, печени или почки в 3-х случаях.

В качестве травмирующих предметов с ограниченной поверхностью воздействия чаще фигурировали кулак и нога (25,5%).

При локальных ударах разрывы печени наблюдались как единичные, так и множественные с очагами размозжения по краям разрывов, а также в виде самостоятельных участков размозжения, что в свою очередь зависело от места непосредственного травмирования ткани.

В 19 случаях действия на тело человека массивных тупых твёрдых предметов отмечаются более грубые повреждения печени, что характеризуется многообразием по локализации и морфологическим проявлениям повреждений печени.

Наиболее тяжёлые повреждения печени образуются при сдавлении тела человека, которые в наших наблюдениях встречались у водителей и пассажиров при автомобильной травме (6 случаев) и при падении стены (3 случая), что в процентном соотношении составило 19,1% (9 случаев).

Морфология повреждений селезёнки тупыми предметами неодинакова при различных видах травматического воздействия у живых лиц. Она имеет определённые особенности при ударе тупыми предметами с ограниченной и неограниченной поверхностями, при сдавлении и сотрясении тела.

От удара большой силы растяжение связок передается на трабекулы селезёнки, вследствие чего разрывы распространяются по их ходу вглубь органа, что наблюдалось у 41,2%. В этих же случаях образуются кровоизлияния в связках селезёнки вблизи места их прикрепления к органу. Количество разрывов в области ворот от 1 до 3, которые соединяются в области ворот и расходятся в радиальном направлении.

Удар спереди назад и справа налево приводит к смещению селезёнки кзади и влево. При этом диафрагмальная поверхность селезёнки обычно не повреждается (лишь в 11,8% случаев)

От удара большой силы растяжение связок передается на трабекулы селезёнки, вследствие чего разрывы распространяются по их ходу вглубь органа, что наблюдалось у 41,2%. В этих же случаях образуются кровоизлияния в связках селезёнки вблизи места их прикрепления к органу. Количество разрывов в области ворот от 1 до 3, которые соединяются в области ворот и расходятся в радиальном направлении.

Согласно полученным данным при травме тупым предметом в большинстве случаев встречаются разрывы селезенки с последующей спленэктомией.

В нашем наблюдении повреждения почек встречались в 19,4% от общего количества пострадавших при тупой травме живота, тогда как среди повреждений паренхиматозных органов эта цифра составляет 56,9%.

Анализ медицинских документов показал, что лишь у 29 потерпевших удалось определить морфологические характеристики повреждений почек тупым предметом за счет данных инструментальных исследований и оперативных вмешательств. В остальных 86 случаях оценка повреждений была основана на данных клинко-лабораторных исследований.

Среди исследованных 115 случаев с травмой почек повреждения ее тупыми предметами с ограниченной поверхностью составили 28,7% (33 случая).

Травма тупыми предметами с неограниченной поверхностью чаще встречались при различных видах транспортной травмы, в 52,2% сопровождавшиеся сочетанными повреждениями.

Случаи падения с высоты среди изученного нами материала с тупой травмой почки среди живых лиц составили 19,1% (22 наблюдений).

В 31,8% (7 случая) наблюдались сочетанные травмы, в остальных случаях отмечались непосредственно изолированные травмы почек.

На основании полученных данных нами была проведена сравнительная оценка повреждений органов брюшной полости и забрюшинного пространства при летальных исходах и у живых лиц. Были проанализированы виды травмы, характер сочетанных и изолированных повреждений.

Повреждения органов брюшной полости и забрюшинного пространства у живых лиц наиболее часто встречались при побоях (39,1% против 93,0%;  $P < 0,001$ ), тогда как при летальном исходе наиболее часто встречались автомобильная травма ( $P < 0,05$ ), падения с высоты ( $P < 0,01$ ). Так же при травмах с летальным исходом наблюдалось сдавление тела и травма от взрывной волны, у живых лиц эти виды травм отсутствовали. В случаях падения с высоты у живых лиц было отмечено, что высота падения напрямую зависела от тяжести повреждений органов брюшной полости и забрюшинного пространства.

Сочетание повреждений с другими областями тела в большинстве случаев установлены при летальном исходе (76,9%), тогда как у живых лиц в 3 раза реже (25,2%). В большинстве случаев сочетание отмечается с головой у живых лиц, а при летальном исходе с грудной клеткой.

Следует отметить, что частота сочетанных повреждений органов брюшной полости и забрюшинного пространства с головой при летальном исходе встречается в 2,6 раз чаще, чем у живых лиц.

При летальном исходе встречаются размозжение (2,4%) и отрыв почки, что так же усугубляло тяжесть состояния пострадавшего и способствовало развитию неблагоприятного исхода.

Во всех случаях повреждения селезенки у живых лиц завершались спленэктомией, что подтверждаются данными медицинских документов. Что еще раз подтверждает об актуальности разработки консервативных и хирургических методов лечения.

Анализ характерных повреждений почек при тупой травме показал, что при летальных исходах в большинстве случаев наблюдались подкапсульные гематомы (84,04%), разрывы (13,8%) и размозжение (2,1%). Тогда как у живых лиц в большинстве случаев (68,7%) регистрировались ушибы почек, установленных клинически без выраженных морфологических признаков.

### **Результаты исследования**

Таким образом, анализ судебно-медицинских экспертиз и медицинских документов живых лиц и лиц с летальным исходом с данными повреждениями показал, что из общего числа пострадавших мужчин было 559 (63±1,9%), а женщин - 329 (37±1,9%).

В наибольшем количестве случаев причинами получения, пострадавшими травм органов брюшной полости и забрюшинного пространства были дорожно-транспортные происшествия и бытовая травма.

У исследуемых пострадавших в 74 (8,7%) случаях травмы органов брюшной полости и забрюшинного пространства наблюдались в изолированном виде. В 775 (91,3%) случаях встречались сочетанные повреждения органов.

Субкапсулярные гематомы печени встречались у 8 пациентов, что составило 4% от всех паренхиматозных повреждений при тупой травме живота и 17,0% среди повреждений печени.

При травме тупым предметом в большинстве случаев встречаются разрывы селезенки с последующей спленэктомией.

Среди исследованных 115 случаев с травмой почек повреждения ее тупыми предметами с ограниченной поверхностью составили 28,7% (33 случая).

Травма почек тупыми предметами с неограниченной поверхностью чаще встречались при различных видах транспортной травмы, в 52,2% сопровождавшиеся сочетанными повреждениями.

Случаи падения с высоты среди изученного нами материала с тупой травмой почки среди живых лиц составили 19,1% (22 наблюдений).

Сочетание повреждений с другими областями тела в большинстве случаев установлены при летальном исходе (76,9%), тогда как у живых лиц в 3 раза реже (25,2%). В большинстве случаев сочетание отмечается с головой у живых лиц, а при летальном исходе с грудной клеткой.

При сочетанных повреждениях при летальном исходе наиболее чаще наблюдались повреждения не совместимые с жизнью, которые обуславливали наступление смерти. В 35% случаях непосредственной причиной смерти являлись травматический и геморрагический шок.

Во всех случаях повреждения селезенки у живых лиц завершались спленэктомией, что подтверждаются данными медицинских документов.

Анализ характерных повреждений почек при тупой травме показал, что при летальных исходах в большинстве случаев наблюдались подкапсулярные гематомы (84,04%), разрывы (13,8%) и размозжение (2,1%).

### **Выводы**

1. На основе заключений судебно-медицинских экспертов, результатов макро- и микроскопического исследования печени, почек и селезенки изучены клинкоморфологические проявления повреждений данных органов тупыми твердыми предметами.

2. Выявлены морфологические особенности повреждений, причиненные тупыми предметами с ограниченной и неограниченной поверхностью. Установлены диагностически значимые критерии, позволяющие по характеру повреждений определять основные виды травматического воздействия, проводить дифференциальную диагностику механизма травмы и решать вопрос о месте приложения травмирующего воздействия.

3. Основным фактором развития неблагоприятного исхода является сочетанные повреждения органов брюшной полости и забрюшинного пространства с областью

грудной клетки и головы, которые сопровождаются множественными двухсторонними переломами ребер, разрывами легочной ткани, переломами черепа с кровоизлияниями под оболочки и вещество головного мозга.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дубров Э.Я., Деркачева Е.В. Ультразвуковая диагностика повреждений селезенки // Диагностика и лечение повреждений селезенки у пострадавших с закрытой травмой живота. Материалы городского семинара. М.: НИИСП им. И.В. Склифосовского, 2001; 145: 7-10.
2. Ермолов А.С., Абакумов М.М., Соколов В.А. с соавт. Общие вопросы оказания медицинской помощи при сочетанной травме. Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2003. – № 12. – С. 7–11.
3. Новосёлов А.С. Судебно-медицинская оценка морфологических особенностей повреждений для диагностики водителя и пассажира переднего сидения при фронтальных столкновениях автомобиля: автореф. дис. ... канд. мед. наук – Москва, 2010. – С. 3.
4. Соседко Ю.И. Диагностика основных видов травматического воздействия при травмах органов живота тупыми предметами. – Ижевск, 2001. – С. 3.

#### БИОГРАФИЯ

Я, Хван Олег Иннокентиевич работаю в области судебно-медицинской экспертизы. Являюсь заведующим отделом сложных судебно-медицинских экспертиз Главного Бюро СМЭ МЗ Республики Узбекистан. Специализируюсь по общей судебно-медицинской экспертизе. Ассистент кафедры судебной медицины и медицинского права Ташкентского Педиатрического Медицинского Института. Область моих научных интересов включает в себя исследование сочетанных повреждений.

#### CHARACTERISTICS OF DAMAGES OF ABDOMINAL CAVITY ORGANS AND RETROPERITONEAL SPACE

**O.I. Khvan, B.A. Abdukarimov**

*The Main Bureau of forensic medical examination  
of the Ministry of health of the Republic of Uzbekistan  
hoi8@yandex.ru*

The study is based on the data of 849 cases from expert practice with blunt abdominal trauma. Morphological features of liver, spleen and kidney damage caused by blunt objects were revealed. Established diagnostic criteria, allowing the nature of the damage to determine the main types of traumatic effects, conduct a differential diagnosis of the mechanism of injury, to decide on the place of application of traumatic effects.

Scientific and technological progress has led to the emergence of a traumatic pandemic caused by urbanization, the growth of the car Park. [1; 2].

In the General structure of mechanical damage, open and closed abdominal damage occurs in 2% -5%. [3].

The urgency of the problem of damage to the abdominal cavity is determined by many aspects. Among them, the most important are the exceptional severity and high percentage of deaths [4].

All of the above indicates that the problem of determining the presence of damage to the abdominal cavity and retroperitoneal space continues to be relevant, especially in the absence of signs of damage to the body and the need to develop new diagnostic techniques.

In this regard, **the purpose of this study** was to identify the nature and frequency of damage to the liver, spleen and kidneys.

### **Materials and methods**

Materials and methods. During the 10-year period, we analyzed 849 cases of damage to the abdominal cavity, retroperitoneal space and the anterior abdominal wall. Of the total number of male victims, 559 (63±1.9%) and 329 (37±1.9%) were women, which was significantly lower ( $p<0.001$ ).

The cause of injury in 164 (19.3%) cases was a fall from a height, in 258 (30.4%) cases – a fight or beating, in 419 (49.3%) – self-injury. Thus, in the largest number of cases, the causes of injuries to the abdominal cavity and retroperitoneal space were road accidents and household injuries.

### **Research result**

Thus, the analysis of forensic examinations and medical documents of living and fatal persons with these injuries showed that 559 (63±1.9%) out of the total number of injured men and 329 (37±1.9%) women.

In the largest number of cases, the causes of injuries of the abdominal cavity and retroperitoneal space were road accidents and household injury.

We studied affected in 74 (8.7 percent) cases of injuries of abdominal cavity organs and retroperitoneal space was observed in an isolated form. In 775 (91.3%) cases there were combined organ damage.

Subcapsular liver hematomas were found in 8 patients, which was 4% of all parenchymal lesions in blunt abdominal trauma and 17.0% of liver damage.

In blunt force trauma, splenectomy is followed by ruptures of the spleen in most cases.

Among the 115 cases of kidney injury, 28.7% (33 cases) of blunt force injury were investigated.

Kidney injury with blunt objects with unlimited surface was more common in various types of transport injuries, 52.2% accompanied by combined injuries.

Cases of falling from a height among the studied material with a blunt kidney injury among living persons were 19.1% (22 observations).

The combination of injuries with other areas of the body in most cases were found to be fatal (76.9%), whereas in living persons it was 3 times less (25.2%). In most cases, the combination is noted with the head of living persons, and in fatal cases with the chest.

With combined injuries in fatal cases, the most frequent injuries were not life-compatible, which caused the onset of death. In 35% of cases, the immediate cause of death was traumatic and hemorrhagic shock.

In all cases of damage to the spleen of living persons, splenectomy was completed, which is confirmed by medical records.

Analysis of typical kidney damage in blunt trauma showed that in fatal cases, in most cases, there were subcapsular hematomas (84.04%), ruptures (13.8%) and thawing (2.1%).

### Summary

1. Based on the conclusions of forensic experts, the results of macro-and microscopic studies of the liver, kidneys and spleen, clinical and morphological manifestations of damage to these organs by blunt solid objects were studied.

2. Morphological features of damage caused by blunt objects with limited and unlimited surface are revealed. Established diagnostic criteria that allow the nature of the damage to determine the main types of traumatic effects, conduct a differential diagnosis of the mechanism of injury and to decide on the place of application of traumatic effects.

3. The main factor in the development of an unfavorable outcome is the combined damage to the abdominal cavity and retroperitoneal space with the chest and head, which are accompanied by multiple bilateral fractures of the ribs, ruptures of the lung tissue, fractures of the skull with hemorrhages under the shell and the substance of the brain.

### REFERENCES

1. Dubrov E. J., Dergacheva E. V. Ultrasound diagnostics of injuries of the spleen. In the book.: Diagnosis and treatment of damage to the spleen in patients with closed abdominal trauma. Materials of the city seminar. M.: NIISP them. I. V. Sklifosovsky, 2001; 145: 7-10.

2. Ermolov A.S., Abakumov M.M., Sokolov V.A. et al. General issues of medical care in case of combined injury. Surgery. Magazine them. N. and. Pirogov. – 2003. No. 12. – P. 7–11.

3. Novoselov A. S. Forensic-medical assessment of morphological features of damages for diagnostics of the driver and the passenger of the front seat at front collisions of the car. Abstract of the thesis for the degree of candidate of medical Sciences Moscow-2010. C. 3.

4. Neighbor Yu. I. Diagnosis of the main types of traumatic effects in abdominal injuries with blunt objects. Izhevsk, 2001. with 3.

### BIOGRAPHY

I am Khvan Oleg Innokentievich work in the field of forensic medicine. I am the head of the department of complex forensic examinations of the Main Bureau of FME of the Ministry of health of the Republic of Uzbekistan. I specialize in General forensic medical examination. Assistant of the Department of forensic medicine and medical law of the Tashkent Pediatric medical Institute. My research interests include the study of combined injuries.

## МЯСНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ СВИНЕЙ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ В РАЦИОН КОНЦЕТРАТА ИЗ КОРБИКУЛЫ ЯПОНСКОЙ

**З.В. Цой, Ю.П. Никулин, О.А. Никулина**

*ФГБОУ ВО Приморская государственная сельскохозяйственная академия,  
г. Уссурийск  
zoyatsoy84@mail.ru*

В статье представлены результаты использования в рационах при откорме свиней кормового концентрата, приготовленного из отходов переработки моллюска корбикулы японской (*Corbicula japonica*). Исследованиями установлено, что использование данной добавки способствует увеличению мясной продуктивности, убойного выхода и улучшению морфологического состава мяса свиней.

Мясная продуктивность свиней зависит не только от породы, но и от скорости роста. Отмечается такая закономерность: чем быстрее растут свиньи, тем больше в их теле синтезируется и депонируется жира. В связи с этим с повышением скорости роста свиней долю жира в их теле увеличивается, а постного мяса – уменьшается (В.Д. Кабанов, 1972).

Мясную продуктивность определяют количеством получаемой от свиней продукции, пригодной для использования в пищу человека. Оценивают ее по убойному весу, массе туши и выходу мяса в туше. О мясной продуктивности судят также по качеству туши, оцениваемой при бонитировке, по следующим показателям: длина туши, толщина шпика, площадь мышечного глазка. В конце опыта нами был проведен контрольный убой животных.

Научно-хозяйственный опыт по откорму свиней был проведен на трех группах свиней на свиноферме ООО «Ариран-Н» Приморского края. Для этого были сформированы 3 группы поросят породы ландрас в возрасте 2 месяцев по 15 голов в каждой.

Перед началом исследований животные были клинически здоровы. По окончании уравнительного периода животные были распределены в 3 группы по принципу аналогов с учетом их происхождения, возраста, живой массы и упитанности. В процессе постановки опыта животные периодически взвешивались индивидуально. Рацион подопытных поросят был сбалансирован по общей питательности и в основном состоял из зерновых кормов. Животные контрольной группы получали рацион, применяемый в хозяйстве, животные опытных групп – рацион с включением кормового концентрата в дозе – 2 г на килограмм живой массы, поросята второй опытной группы – 4 г/кг.

Мясную продуктивность изучали на основе контрольных убоев по убойной массе, выходу туши, количеству полученного шпика и мяса. Для убоя отбирали свиней, аналогичных по возрасту и массе тела по методике ВИЖа, ВНИИИМПа (по три из каждой группы).

Убой свиней проводили после 12-часовой предубойной голодной выдержки и определяли: предубойную живую массу, вес парной туши, головы, ног, кожи и внутреннего сала (по методике Эйснера Ф.Ф., Виноградского А.И., 1965).

Толщину шпика определяли на спине (против 6-7 ребра), над первым поясничным позвонком, на крестце и на груди (против 6-7-го ребра).

При разделке туш определяли: массу мышечной ткани, жировой ткани (наружного сала, внутреннего и мездрового жира), легких, печени, почек, сердца и селезенки, длину охлажденной туши (от первого края лонной кости до передней поверхности первого шейного позвонка), высоту и ширину длиннейшей мышцы спины (на поперечном разрезе между последним грудным и первым поясничным позвонками), а также площадь мышечного глазка перемножением высоты мышцы на ее ширину и полученного произведения – на коэффициент 0,8 (по методике Эйснера Ф.Ф., Виноградского А.И., 1965).

Для определения химического состава мяса отбирались средние пробы мяса массой 400-500 граммов. Химический состав определяли в Приморской межобластной ветеринарной лаборатории п. Тимирязевка Уссурийского района.

Мясная продуктивность подопытных животных приведена в таблице.

**Показатели мясной продуктивности подопытных животных**

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Длина туши, см	97,3±1,2	103,3±0,9**	104,4±0,9**
Толщина шпика, см	4,2±0,1	4,1±0,1	3,97±0,1
Площадь мышечного глазка	28,7±0,18	30,3±0,3**	31±0,07**

\*P ≥ 0,95 \*\*P ≥ 0,99

Мясная продуктивность животных опытных групп была выше, чем у аналогов контрольной группы. Так, длина туши у свиней контрольной группы выше, чем у животных I и II опытных групп на 5,8 и 6,8 % соответственно, площадь мышечного глазка – на 5,2 и 7,4 %. Максимальная толщина шпика была у животных контрольной группы и уступала аналогам опытных групп на 2,4 и 5,5 %.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о положительном влиянии корбикулы японской на мясные качества свиней.

Соотношение тканей в тушах подопытных животных представлено на рис. 1, 2, 3.

Анализ морфологического состава туши подопытных животных свидетельствует о межгрупповых различиях в мышечной, жировой и костной тканях.

По содержанию мышечной ткани превосходили туши животных I и II опытных групп. Превосходство составило 4,7 – 6,6 кг над контролем. Процентное содержание мышечной ткани в тушах подопытных животных находилось в пределах 42,2 – 46 %. Масса жировой ткани во всех группах была практически одинакова, небольшое превосходство было отмечено во II опытной группе, оно составило 1,2 кг над животными контрольной группы.

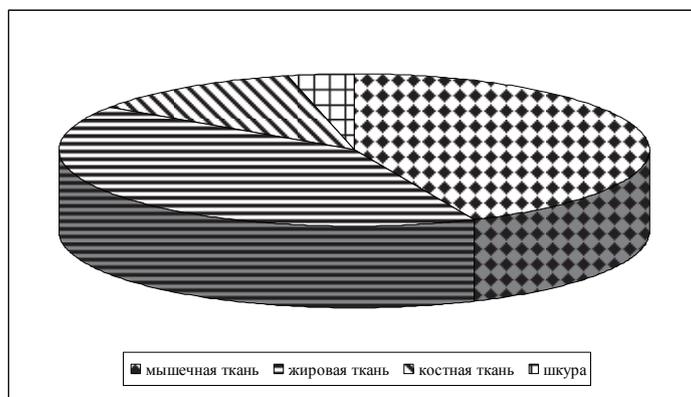


Рис. 1. Соотношение тканей в тушах животных контрольной группы

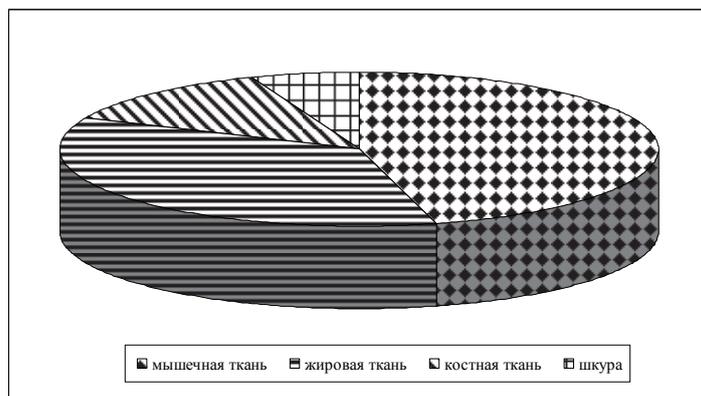


Рис. 2. Соотношение тканей в тушах животных I опытной группы

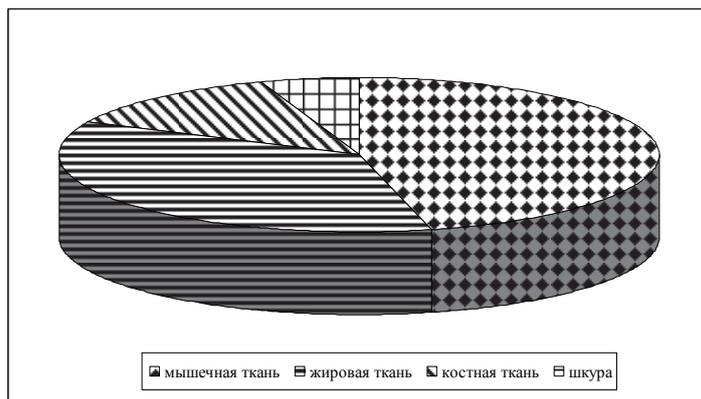


Рис. 3. Соотношение тканей в тушах животных II опытной группы

Однако, если рассматривать процентное содержание, то в контрольной группе жировой ткани было больше в среднем на 5 % по сравнению с опытными группами.

Незначительное увеличение наблюдалось в опытных группах по массе костей по сравнению с животными контрольной группы.

Расчет выхода мышечной ткани на 1 кг костей показывает, что у животных контрольной группы он составил 3,57 кг, в опытных группах соответствовал 4,08 и 4,18 кг, что на 0,51 кг и 0,61 кг больше, чем в контрольной группе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кабанов В.Д. Рост и мясные качества свиней. – М.: Колос, 1972.
2. Ли Г.Т. Повышение мясной продуктивности крупного рогатого скота. – Уссурийск, 2003. – 226 с.
3. Эйсер Ф.Ф., Виноградский А.И. Методика исследований в животноводстве. – Киев: Урожай, 1965. – 223 с.

#### БИОГРАФИЯ

Я, Цой Зоя Владимировна, работаю в области сельского хозяйства и специализируюсь на кормлении с/х животных, технологии кормов. Работаю доцентом в ФГБОУ ВО Приморская ГСХА г. Уссурийска. Кандидат сельскохозяйственных наук с 2009 года. Область моих научных интересов включает кормление с/х животных, кормопроизводство, технология кормов, технология переработки продукции животноводства.

#### MEAT PRODUCTION OF SWINE WHEN INCLUDED CONCENTRATE OF CORBICULA JAPANESE IN THE DIET

**Z.V. Tsoy, U.P. Nikulin, O.A. Nikulina**

*Primorsky State Agricultural academy, Ussuriisk  
zoyatsoy84@mail.ru*

The article presents the results of the using of feed concentrate prepared from the waste of processing of Corbicula Japanese in the rations for fattening pigs.

Researches have found that the using of concentrate increases meat productivity, slaughter yield and improves the morphological composition of pork.

Meat productivity of experimental groups of animals was higher than that of control group analogues.

The carcass length of control group pigs is higher than animals of the I and II experimental groups by 5.8 and 6.8%, respectively, the area of the muscle eye is 5.2 and 7.4 %.

The maximum thickness of the fat was in the animals of the control group and was inferior to the analogues of the experimental groups by 2.4 and 5.5 %.

Thus, the obtained research data indicates a positive effect of Japanese Corbicula on the meat quality of meat production.

#### **BIOGRAPHY**

I work in the field of feeding of farm animals focusing on the processes in feed technology in agriculture. I work at Agricultural academy in Ussuriisk Russia. My position is associate professor of department zootechnology. I received my PhD degree in Blagoveshensk Russia in 2009. My research interests include feeding of farm animals, zootechnology, recycling of animal products.

#### **ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ РЕГИОНА**

**О.Г. Чарыкова (Ким)**

*ФГБНУ «Научно-исследовательский институт экономики и организации  
агропромышленного комплекса Центрально-Черноземного района  
Российской Федерации», г. Воронеж, Россия,  
e-mail: CHOG@narod.ru*

Определены цель и задачи, обоснованы способы и механизмы повышения конкурентоспособности агропродовольственной продукции на национальном аграрном рынке, выделены приоритетные направления деятельности органов государственной власти Воронежской области.

Актуальность рассматриваемой темы определяется стратегическими перспективами расширения емкости позиционирования агропродовольственной продукции на национальном и мировом рынке, для чего необходимо повышение её конкурентоспособности.

В последние годы Воронежская область демонстрирует устойчивый рост агропромышленного производства, опережающий общероссийские показатели, и тем самым укрепляет конкурентные позиции на национальном аграрном рынке [1]. Достигнутые результаты АПК области и значительные резервы позволяют ориентироваться на более высокие стратегические цели комплексного социально-экономического развития АПК региона. Заявленная амбициозная цель – формирование опорного агропромышленного центра страны, хорошо увязывается со стратегией комплексного пространственного развития России и определяется мировыми, национальными, региональными и локальными (местными) трендами.

Для укрепления и расширения конкурентных позиций региона на рынке аграрной продукции (роста емкости и углубления сегментов) необходимо сохранение лидерства в сельскохозяйственном производстве, пищевой и перерабатывающей промыш-

ленности, постоянное повышение конкурентоспособности продукции, что предопределяет [2]:

- стимулирование использования новых высокопроизводительных и ресурсосберегающих технологий;

- развитие инновационной и инвестиционной деятельности крупных высокотехнологичных производств, импортозамещение на предприятиях АПК, что предполагает строительство, реконструкцию, техническую и технологическую модернизацию сельского хозяйства и развитие новых для области направлений функционирования пищевой и перерабатывающей промышленности (включая глубокую переработку продукции растениеводства). Это позволит увеличить внутренний спрос, осуществить импортозамещение и расширить внешние рынки.

В связи с этим в области планируется расширить реализацию масштабных высокотехнологичных инвестиционных проектов:

- строительство и реконструкция животноводческих комплексов молочного направления (АО «Молвест», ООО «ЭкоНиваАгро», ООО «УК Дон-Агро», ГК «АгроТехГарант»; на территории Аннинского, Бобровского, Верхнемамонского, Грибановского, Каширского, Лискинского, Острогожского, Павловского, Рамонского и Хохольского муниципальных районов);

- строительство свиноводческих комплексов (производственные площадки ГК «АГРОЭКО, ГК «Черкизово», ООО «Донской Бекон», ООО «СХ Московское», ООО Селекционно-гибридный центр);

- строительство птицеводческих комплексов (мясное направление – ГК «Черкизово», яичное направление - СПК «Третьяковское», ООО «Ряба»);

- модернизация сахарных заводов (ГК «Продимекс-Холдинг», ООО «Воронежсахар»).

Для повышения внутреннего спроса на продукцию растениеводства, имеющую высокий потенциал роста, необходимо расширение новых перспективных направлений пищевой и перерабатывающей промышленности.

В рамках реконструкции существующих мощностей ООО «Ольховатский сахарный комбинат» (входит в структуру «Продимекс») завершена реализация уникального для России инвестиционного проекта по созданию отдельного завода по дешугаризации мелассы и выпуска дополнительного количества сахара из отходов производства, а также нового вида продукта «Бетаин» (аминокислоты, широко применяющейся в области фармацевтики и пищевой индустрии).

Второй в России подобный проект запущен ГК «Русагро» в рамках реконструкции ОАО «Знаменский сахарный завод» (Тамбовская область). В мире подобные линии существуют только в Европе (всего две) и в США (восемь).

В связи с ежегодным увеличением объемов производства кукурузы в регионе и поскольку имеется возможность дополнительно перерабатывать до 300 тыс. т кукурузы, целесообразно развитие глубокой переработки кукурузы и производства сухого экстракта, глютена и мальтозной патоки (в рамках наращивания мощностей крахмало-паточного завода по переработке кукурузы ООО СП «Дон» Рамонского района).

Также актуальным является переработка высокобелковых культур (белого люпина и сои).

Особое внимание необходимо уделить повышению технологической и генетической независимости сельскохозяйственного производства от импортной продукции в сфере семеноводства, селекции и племенного дела [3].

По данному направлению планируется:

- создание Воронежского научного центра агробiotехнологий;
- создание селекционно-семеноводческих, селекционно-генетических, селекционно-гибридных центров в животноводстве и растениеводстве;
- развитие базы племенных хозяйств.

В частности, реализуется создание селекционно-семеноводческих центров сахарной свеклы отечественной селекции (Всероссийский НИИ сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова, ГК «Русагро», ЗАО «Щелково Агрохим»), а также зерновых, технических и кормовых культур (ГК «АгроТехГарант», ЗАО «Агрофирма Павловская Нива»); строительство селекционно-генетического центра в молочном животноводстве (ООО СХП «Новомарковское»); развитие базы племенных хозяйств по выращиванию КРС мясных и молочных пород, свиней (ООО «ЭкоНиваАгро», Агрохолдинг «ДонАгро» и др.).

Значимым направлением также является развитие системы инфраструктурного обеспечения агропродовольственного рынка, которое возможно за счет:

- развития логистики (минимизация логистических издержек посредством рационального размещения и специализации сельскохозяйственного производства и пищевой промышленности), позволяющей товаропроизводителям поставлять агропродовольственную продукцию в регионы без посредников с гарантиями качества оплаты и поставки продовольствия в соответствии с установленными в контрактах ценами и сроками;
- формирования системы сельскохозяйственного консультирования как механизма распространения инноваций в сельскохозяйственном производстве, формирования эффективных информационных и телекоммуникационных сетей распространения знаний в аграрной сфере;
- ввода в действие новых мощностей единовременного хранения оптово-распределительных центров, мощностей по хранению картофеля и овощей открытого грунта, плодов и ягод.
- строительство овоще-картофелехранилищ (ГК «Логус-агро»).

Повышения конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на внутреннем и внешних рынках проявится в получении результатов:

- стабильный рост объемов производства сельскохозяйственной продукции, пищевых продуктов;
- повышение технологической независимости сельскохозяйственного производства от иностранного производства в сфере семеноводства, селекции и племенного дела;

- обеспечение сбыта сельскохозяйственной продукции на внешние рынки за счет создания условий для сезонного хранения и подработки;
- развитие логистических оптово-распределительных центров и обеспечение на основе этого потребностей в сбыте продукции крупных предприятий;
- ускорение товародвижения, повышение круглогодичной сохранности и качества продукции.

Основными способами повышения конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на внутреннем и внешних рынках являются:

- формирование и развитие конкурентоспособных кластеров, способствующих созданию современных высокоэффективных технологий производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия;
- создание и внедрение отечественных технологий передового уровня в сфере производства семян районированных отечественных сельскохозяйственных сортов растений, племенной продукции животноводства;
- совершенствование механизмов взаимодействия государственно-частного партнерства; усиление роли общественных структур АПК (союзы и ассоциации сельскохозяйственных товаропроизводителей);
- оказание государственной поддержки в виде возмещения части прямых понесенных затрат на строительство оптово-распределительных центров, овощехранилищ и плодохранилищ;
- стимулирование создания логистических и информационно-консультационных маркетинговых центров товаропроводящих сетей для сельскохозяйственной продукции и продукции пищевой промышленности (оптово-распределительных центров, сельскохозяйственных кооперативов, мощностей для хранения сельскохозяйственной продукции);
- внедрение технологий «цифровой экономики» в сельское хозяйство (составление карт урожайности с преимущественным использованием дронов; использование датчиков для обнаружения вредителей и автоматического распыления средств химической защиты растений; применение сенсоров для оценки влажности почв в течение суток; использование систем автоматической регулировки влажности и температуры в помещениях для хранения овощей, ягод и зерновых);
- поддержка экологизации производства (экологически регламентированное использование в сельскохозяйственном производстве земельных, водных и других возобновляемых природных ресурсов, повышение плодородия почв до оптимального уровня в каждой конкретной зоне области), биологизации земледелия и органического сельского хозяйства.

Для повышения конкурентоспособности отечественного агропромышленного комплекса в качестве приоритетных направления деятельности органов государственной власти Воронежской области можно выделить [4]:

- увеличение государственных расходов на внедрение новых технологий, создание системы инфраструктуры агропродовольственного рынка на принципах государственно-частного партнерства;

– использование проектного управления при реализации приоритетов развития агропромышленного комплекса и комплекса взаимосвязанных мероприятий государственной политики развития АПК;

– привлечение инвесторов и эффективных собственников в сельское хозяйство, в первую очередь, в создание новых высокотехнологичных инновационных производств;

– поддержка развития малых форм хозяйствования и кооперации на селе;

– стимулирование создания вертикально интегрированных компаний, концентрирующих производство, переработку сельскохозяйственного сырья, а также реализацию готовой продукции;

– подготовка высококвалифицированных кадров и повышение квалификации кадров для АПК;

– совершенствование нормативно-правовой базы функционирования агропромышленного комплекса.

Таким образом, Воронежская область, являясь крупным аграрным регионом, обладает значительным потенциалом для роста производства основных видов сельскохозяйственной продукции, а также имеет существенные резервы для развития межрегионального обмена. Повышение конкурентоспособности сельскохозяйственной и пищевой продукции позволит укрепить конкурентные позиции на национальном рынке, расширить существующие сегменты, будет способствовать освоению новых сегментов мировых рынков и увеличению экспорта.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Чарыкова О.Г. Укрепление конкурентных позиций региона на национальном аграрном рынке // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. – 2017. – № 10. – С. 27–32.

2. Закшевский В.Г., Чарыкова О.Г. Повышение конкурентоспособности АПК региона - основа развития экспорта // Экономика сельского хозяйства России. – 2017. – № 9. – С. 2–8.

3. Чарыкова О.Г. Козлобаева Е. Повышать конкурентоспособность сельского хозяйства // АПК: Экономика, управление. – 2008. – № 1. – С. 36–41.

4. Закшевский В.Г., Чарыкова О.Г., Квасов А.Ю. Стратегирование социально-экономического развития агропромышленного комплекса региона // АПК: Экономика, управление. – 2017. – № 12. – С. 13–23.

#### БИОГРАФИЯ

Я, Ольга Генсановна Чарыкова (Ким), работаю в области фундаментальных и прикладных научных исследований и специализируюсь на управлении и экономике сельского хозяйства. Работаю заместителем директора по научной работе, заведующий отделом маркетинга и рыночных отношений ФГБНУ Научно-исследовательский институт экономики и организации агропромышленного комплекса Центрально-Черноземного района Российской Федерации, г. Воронеж. Доктор экономических наук с 2007 г., профессор с 2008 года. Область моих научных интересов включает: региональная экономика, маркетинг и менеджмент, агропродовольственные рынки.

## INCREASE IN COMPETITIVENESS AGRICULTURAL PRODUCTION OF THE REGION

**O.G. Charykova (Kim)**

*FGBNU "Research institute of economy and organization of agro-industrial complex  
of the Central Chernozem region of the Russian Federation", Voronezh, Russia,  
CHOG@narod.ru*

Strengthening and expansion of competitive positions of the region in the market of agrarian production (growth of capacity and deepening of segments) requires continuous increase in competitiveness of production that predetermines:

- stimulation of use of new high-performance and resource-saving technologies;
- development of innovative and investment activities of large hi-tech productions, import substitution at the enterprises of agro-industrial complex (agrarian and industrial complex);
- the advancing development of system of infrastructure ensuring the agrofood market.

The allocated ways and mechanisms of realization are more whole for the solution of objectives, include improvement of the existing traditional mechanisms and introduction of the new progressive ways and instruments of spatial development of the region which are successfully tested in the developed foreign agrarian countries and the advanced domestic regions, the main of them:

1. Formation and development of the competitive branch clusters promoting creation of modern highly effective production technologies, processings and storages of agricultural production, raw materials and food, to increase in efficiency and competitiveness of regional agrarian and industrial complex, creation of the knowledge-intensive and hi-tech sector of regional economy.

2. Development and deployment of modern technologies of world level for production of seeds of agricultural plants, breeding production which will promote increase in technological and genetic independence of agricultural production of import production in the sphere of seed farming, selection and breeding business.

3. Development of infrastructure of support of export of production of the agrarian and industrial complex enterprises and stimulation of creation of commodity distribution networks for agricultural production and production of the food industry (logistic and information and consulting marketing, wholesale distribution centers, agricultural cooperatives, capacities for storage of agricultural production) will promote growth of a market turnover, preservation and improvement of quality of production, acceleration of merchandising and reduction of transactional costs, ensuring uninterrupted supply of consumers (overworking, food, easy and other industries).

As priority public authorities of the Voronezh region of activity it is possible to allocate: - creation of system of infrastructure of the agrofood market on the principles of public-private partnership; - use of project management at realization of priorities of development of agro-industrial complex and a complex of interconnected actions of

state policy of development of agrarian and industrial complex; - attracting investors and effective owners in agriculture, first of all, in creation of new hi-tech innovative productions; - support of development of small farms and cooperation in the village; - stimulation of creation of vertically integrated companies concentrating production, processing of agricultural raw materials and also realization of finished goods; - training of highly qualified personnel and professional development of shots for agrarian and industrial complex; - improvement of standard and legal base of functioning of agro-industrial complex.

#### REFERENCES

1. Zakshevsky V.G., Charykova O.G. Increase in competitiveness of agrarian and industrial complex of the region - an export development basis // Rural economics of Russia. – 2017. – № 9. – P. 2–8.
2. Zakshevsky V.G., Charykova O.G., A. Yu. Strategirovaniye's Kvass of social and economic development of agro-industrial complex of the region // agrarian and industrial complex: Economy, management. – 2017. – № 12. – P. 13–23.
3. Charykova of O.G. Kozlobayev E. Povyshat competitiveness of agriculture // agrarian and industrial complex: Economy, management. – 2008. – № 1. – P. 36-41.
4. Charykova O.G. Strengthening of competitive positions of the region in the national agrarian market // FES: Finance. Economy. Strategy. – 2017. – № 10. – P. 27–32.

#### BIOGRAPHY

I work in the field of basic and applied scientific research focusing on the processes in management and of rural economics. I work as the deputy director for scientific work, the head of department of marketing and the market relations of FGBNU Research institute of economy and organization of agro-industrial complex of the Central Chernozem region of the Russian Federation, Voronezh. I am doctor of Economics since 2007, professor since 2008. The area of my scientific interests includes: regional economy, marketing and management, agrofood markets.

#### ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ КОРЕЯ

С.Г. Ше

*«Hankook I. S.» со. Ltd, Ансан, Республика Корея,  
sosongun@rambler.ru*

Особенность современного мира заключается в том, что новые знания связывают в нем науку и культуру на макро- и микроэкономических уровнях. Креатив и инновации при этом всё чаще признаются мощными двигателями, стимулирующие экономи-

ческий рост. Креативность в таком контексте трактуется как разработка и применение новых идей в создании произведений искусств, культурных ценностей, научных изобретений и технологий [7].

Основополагающими работами в этой концепции считаются труды Дж. Хокинса, Р. Флориды, Ч. Лэндри. Они рассматривают особенность нового креативного класса в проявлении творческой инициативы. По Р. Флориду, креативность – это главный источник экономического развития, при этом экономический рост не зависит целиком от наличия предприятий и фирм, он происходит там, где преобладают терпимость, открытость и творческая атмосфера [3, с. 13]. Совершенно очевидно, что она способствует развитию предпринимательства, привнося в это дело творческий подход к труду и ведению бизнеса, придаёт мощный импульс к модернизации экономики, способствует росту туризма, привлечению новых инвестиций. По этим причинам государственное регулирование малого бизнеса, основанное на экономике знаний, должно ограничиться косвенной поддержкой, и осуществляться по принципу минимизации регулирования. Именно такую модель государственного регулирования демонстрирует нам организация предпринимательской деятельности в Южной Корее.

В данной статье автор представляет оценку эффективности государственного регулирования малого предпринимательства в Республике Корея, посредством определения взаимозависимости основных индикаторов, таких как: численность персонала на предприятиях МБ в Республике Корея; ВВП на душу населения в РК; минимальная почасовая ставка в РК; международный рейтинг конкурентоспособности; индекс экономической свободы; численность иностранной рабочей силы в РК.

**Гипотеза исследования:** эффективность государственного регулирования малого бизнеса в Республике Корея, есть результат государственной политики в народном хозяйстве Южной Кореи, основанной на экономике знаний.

Информационной базой исследования явились данные государственных статистических органов Республики Корея Kostat, показатели исследовательских и аналитических организаций, размещенных на сайте: [www.knoema.ru](http://www.knoema.ru), а также материалы научно-практических конференций по разрабатываемой проблеме.

Расчеты проведены с использованием «Microsoft Excel» и «Statistica». Данные для анализа и результаты исследования приведены в табл. 1–3.

Из приведенных данных табл. 1 следует, что ежегодное увеличение минимальной почасовой ставки в Южной Корее на фоне повышения ВВП на душу населения страны за последние 6 лет положительно повлияли на рост малого бизнеса в РК, удельный вес которого в 2016 г. составил 75 % от общего количества предприятий, что говорит об эффективном государственном регулировании экономики в целом, а также в сфере деятельности малого бизнеса. Оценка значимости модели:  $R^2 = 0,996$ ;  $p\text{-value} < 0,05$ ; статистика Дарбина-Уотсона = 2,11 ( $1,64 < 2,11 < 2,36$ ), что вполне удовлетворяет критическим критериям.

Таблица 1

**Данные для корреляционно-регрессионного анализа оценки государственного воздействия на предпринимательскую деятельность в Республике Корея [5; 6]**

Годы	Численность персонала на предпр. МБ в РК, чел.	ВВП на душу населения, дол.	Минимал. почасовая ставка, кор. вон	Международный рейтинг конкурентоспособности	Индекс эконом. свободы	Численность иностранной рабочей силы в РК, чел.
	Y	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
2016	15934880	27535	6030	26	71,7	177918
2015	15623518	27105	5580	26	71,5	180134
2014	15090126	27811	5210	26	71,2	202467
2013	14402439	25890	4860	25	70,3	177714
2012	13929700	24359	4580	19	69,9	136311
2011	13516119	24080	4320	24	69,8	124907
2010	13131222	22087	4110	22	69,9	122551
2009	12668127	18292	4000	19	68,1	156396
2008	12405598	20431	3770	13	68,6	156396
2007	12294378	23061	3480	11	67,8	139088

После исключения из модели мультиколлинеарных факторов и переменных с уровнем значимости (p-value) более 0,05 (X<sub>3</sub>, X<sub>4</sub>, X<sub>5</sub>), приведем уравнение множественной регрессии:

$$Y = 5725444 + 86X_1 + 1328X_2. \quad (1)$$

Проведем прогнозную оценку на основе регрессионной модели (1). Увеличим минимальную почасовую ставку до 10000 кор. вон с 6030 кор. вон в 2016 г. и ВВП на душу населения до 31000 дол. с 27535 дол., тогда численность персонала на предприятиях малого бизнеса увеличится на 36,03 % (до 21676905 чел.), при увеличении минимальной ставки на 65,84 % и ВВП на душу населения на 12,58 %, что говорит об устойчивости системы «государство – малый бизнес».

Оценка эффективности государственного регулирования экономики исследована во многих трудах отечественных и зарубежных авторов. Так, метод динамических нормативов, предложенный И.М. Сыроежиным [1], и подход к оценке устойчивого развития, представленный в трудах Е.А. Третьяковой [2], весьма актуальны для проведения оценки эффективности процессов управления за рубежом, поскольку они достаточно расширенно приводят структуру показателей государственного регулирования, в условиях анализа динамики темпов роста. Вместе с тем, следует отметить, что в данных подходах не рассматривается взаимосвязь между переменными, с целью определения наиболее влиятельных факторов в аспекте увеличения эффективности методов государственного регулирования. Приняв за основу данные подходы, исследуем темпы роста показателей, включенных в модель множественной регрессии, таких как: ВВП на душу населения в Республике Корея (X<sub>1</sub>) и минимальная почасовая ставка в РК (X<sub>2</sub>).

В качестве индикатора, который определяет уровень государственного воздействия на хозяйственную деятельность предприятий малого бизнеса в Республике Корея, может служить интегральный коэффициент оценки эффективности государственного регулирования малого бизнеса в Республике Корея  $K_{ИНТ}^{ГРМБ}$ , следует отметить, что отличием данного подхода является то, что в выражении (2) используются индексы, которые оказывают высокое влияние на зависимую переменную, при адекватности критериев значимости в рассматриваемой множественной регрессионной модели.

$$K_{ИНТ}^{ГРМБ} = I_{ВВП} \times I_{МПС} \quad (2)$$

где  $K_{ИНТ}^{ГРМБ}$  – интегральный коэффициент оценки эффективности государственного регулирования малого бизнеса в Республике Корея;  $I_{ВВП}$  – индекс темпов роста ВВП на душу населения относительно базового показателя, имеющий высокую связь с зависимым показателем  $Y$ ;  $I_{МПС}$  – индекс темпов роста минимальной почасовой ставки в Республике Корея относительно базового показателя, имеющий высокую связь с зависимым показателем  $Y$ .

Таблица 2

**Данные для оценки государственного воздействия на предпринимательскую деятельность в Республике Корея**

Годы	Численность персонала на предпр. МБ в РК, чел.	Индекс темпов роста ВВП на душу населения в РК относительно базового показателя ( $X_1$ )	Индекс темпов роста минимальной почасовой ставки в РК относительно базового показателя ( $X_2$ )	Интегральный коэффициент оценки эффективности государственного регулирования малого бизнеса ( $I_{МПС} \times I_{ВВП}$ )
	$Y$	$I_{ВВП}$	$I_{МПС}$	$K_{ИНТ}^{ГРМБ}$
2016	15934880	1,19	1,73	2,07
2015	15623518	1,18	1,60	1,88
2014	15090126	1,21	1,50	1,81
2013	14402439	1,12	1,40	1,57
2012	13929700	1,06	1,32	1,39
2011	13516119	1,04	1,24	1,30
2010	13131222	0,96	1,18	1,13
2009	12668127	0,79	1,15	0,91
2008	12405598	0,89	1,08	0,96
2007	12294378	1	1	1
Среднее значение интегрального коэффициента, $\overline{K_{ИНТ}^{ГРМБ}}$				1,4

Определим значимость модели. Поскольку коэффициент детерминации  $R^2 = 0,996$  близок к 1 (см. табл. 3), это говорит о высокой связи линии регрессии с наблюдаемыми данными. Статистика Дарбина-Уотсона (далее – DW) свидетельствует об отсутствии автокорреляции при 5%-м уровне значимости, так, в нашем примере, значение статистики  $DW = 2,22$  при  $d_L = 0,7$  и  $d_U = 1,64$  лежит в области принятия гипотез, где  $1,64 < 2,22 < 2,36$ . Также из анализа данных выполняется еще одно важное требование, когда все уровни значимости меньше 0,05 (p-value). В целом мы можем утверждать об эффективности государственного регулирования предпринимательской деятельности в Республика Корея, поскольку  $\overline{K}_{ИИТ}^{ГРМБ}$  больше единицы ( $1,4 > 1$ , табл. 2) [4].

$$Y = 5739331,81 + 1935067,82X_1 + 4651566,73X_2. \quad (3)$$

Вывод. Описан метод оценки эффективности государственного регулирования предпринимательской деятельности на примере Республики Корея. Предложен интегральный коэффициент оценки эффективности государственного регулирования малого бизнеса в Республике Корея, рассматриваемый как произведение коэффициентов, уровни влияния на зависимую переменную и оценка значимости которых получены на основе применения корреляционно-регрессионного анализа. Отличие такого подхода заключается в том, что используемые индексы могут рассматриваться как наиболее влиятельные и эффективные методы государственного регулирования предпринимательской деятельности. Применение методики на практике позволит повысить эффективность государственного регулирования в развитии малого бизнеса.

Таблица 3

**Результаты корреляционно-регрессионного анализа оценки государственного воздействия на предпринимательскую деятельность в Республике Корея, выполненные на основе данных табл. 2**

Regression Summary for Dependent Variable: <b>Численность персонала на предпр. МБ в РК, чел.</b> R= 0,99803631; R <sup>2</sup> = <b>0,99607647</b> ; Adjusted R <sup>2</sup> = 0,99495546; F(2,7) =888,55						
	<b>b*</b>	<b>Std.Err. - of b*</b>	<b>b</b>	<b>Std.Err. - of b</b>	<b>t (7)</b>	<b>p-value</b>
Intercept			5739331,81	242596,202	23,6579623	0,000000061
<b>Индекс ВВП на душу населения в, (X<sub>1</sub>)</b>	0,2007925	0,04159018	1935067,82	400810,803	4,82788339	0,001904099
<b>РК Индекс минимальной почасовой ставки в РК, (X<sub>2</sub>)</b>	0,8263843	0,04159018	4651566,73	234103,548	19,8696977	0,000000204

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сыроежин И.М. Совершенствование системы показателей эффективности и качества. – М.: Экономика, 1980. – 192 с.
2. Третьякова Е.А. Оценка устойчивости развития эколого-экономических систем: динамический метод // Проблемы прогнозирования. – 2014. – № 4. – С. 143–154.
3. Флорида Р. Креативный класс: люди, которые меняют будущее: пер. с англ. – Москва: Классика – XXI, 2007. – С. 13.
4. Ше С.Г. Государственное регулирование предпринимательской деятельности // Вестник НГУЭУ. – 2017. – № 1. – С. 76–85.
5. <http://kostat.go.kr> (дата обращения: 10.11.201 г.)
6. [www.knoema.ru](http://www.knoema.ru) (дата обращения: 10.11.201 г.)
7. Lee S.G., Midani A.R. Creative Economy Potentials and Fisheries Development in South Korea // World Journal of Fish and Marine Sciences. – 2014. – Vol. 6 (1). – P. 49–56.

#### БИОГРАФИЯ

Работаю в электронной промышленности Республики Корея, специализируюсь на контроле качества печатных плат. Являюсь специалистом по оптико-автоматическому контролю качества электронной продукции «Hankook I. S.» co. Ltd, г. Ансан, Республика Корея. Кандидат экономических наук с 2012 года. Область моих научных интересов включает государственное регулирование предпринимательской деятельности в Азиатско-Тихоокеанском регионе.

#### EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF STATE REGULATION BUSINESS ACTIVITY IN THE REPUBLIC OF KOREA

S.G. She

*«Hankook I. S.» co. Ltd, city of Ansan, Republic of Korea,  
sosongun@rambler.ru*

The peculiarity of the modern world lies in the fact that new knowledge links science and culture in it at macro and microeconomic levels. Creativity in this context is interpreted as the development and application of new ideas in the creation of works of art, cultural values, scientific inventions and technologies [7]. According to R. Florid, creativity is the main source of economic development, while economic growth does not depend entirely on the availability of enterprises and firms, it occurs where tolerance, openness and creative atmosphere prevail [3, p. 13]. It is clear that it promotes the development of entrepreneurship, bringing creative approach to work and doing business in this business, gives a powerful

impulse to the modernization of the economy, promotes the growth of tourism, attracts new investments. For these reasons, state regulation of small business based on the knowledge economy should be limited to indirect support, and implemented on the principle of minimizing regulation.

The forecast estimate is given, it is shown that with an increase in the minimum hourly rate to 10000 won, the number of personnel in small businesses will increase by 36,03 % relative to the number of personnel in 2016. The integral coefficient for assessing the effectiveness of state regulation of small business in the Republic of Korea, considered as the product of coefficients, the level of influence on the dependent variable and the assessment of their significance were obtained on the basis of the application of correlation-regression analysis. The difference between this approach is that the indices used can be considered as the most influential and effective methods of state regulation of entrepreneurial activity. Application of the methodology in practice will improve the effectiveness of state regulation in the development of small businesses.

#### REFERENCE

1. Syroezhin I.M. Improvement of the system of indicators of efficiency and quality. – M.: Economics, 1980. – 192 p.
2. Tretyakova E.A. Evaluation of the sustainability of the development of ecological and economic systems: a dynamic method // Problems of forecasting. – 2014. – № 4. – P. 143–154.
3. Florida R. Creative class: people who change the future; trans. with English. – Moscow, Classics – XXI, 2007. – P. 13.
4. She S.G. State regulation of entrepreneurial activity in the Republic of Korea // Vestnik NSUEM. – 2017. – No. 1. – P. 76–85.
5. <http://kostat.go.kr> (дата обращения: 10.11.201 г.)
6. [www.knoema.ru](http://www.knoema.ru) (дата обращения: 10.11.201 г.)
7. Lee S. G., Midani A. R. Creative Economy Potentials and Fisheries Development in South Korea // World Journal of Fish and Marine Sciences. – 2014. – Vol. 6 (1). – P. 49–56.

#### BIOGRAPHY

I work in the field of electronics in the Republic of Korea, focusing on the processes in quality control of printed circuit boards. I'm with since expert in automated optical inspection, city of Ansan, Republic of Korea. I received my PhD in Economics degree in city of Irkutsk, Russian Federation, in 2012. My research interests include state regulation of entrepreneurial activity in the Asia-Pacific region.

**ВЗАИМОСВЯЗЬ «СТРУКТУРА – МЕСТНОАНЕСТЕЗИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ» В РЯДУ ПРОИЗВОДНЫХ АЛКИНИЛПИПЕРИДИНА \***

**В.К. Ю<sup>1</sup>, С.С. Жумакова<sup>1</sup>, К.Д. Пралиев<sup>1</sup>, Т.К. Искакова<sup>2</sup>, А.Е. Малмакова<sup>1</sup>, А.Г. Зазыбин<sup>2</sup>**

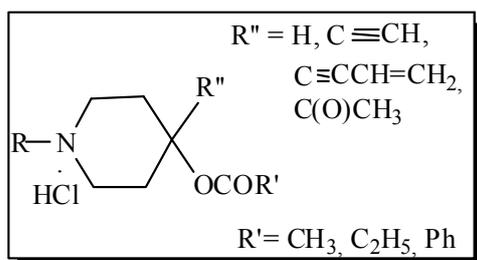
<sup>1</sup>*АО «Институт химических наук им. А.Б.Бектурова»,*

<sup>2</sup>*Сатпаев Университет, Алматы, Казахстан,*

*yu\_vk@mail.ru*

Проведен анализ «структура-активность» новых производных алкинилпиперидина. В зависимости от природы заместителя при С<sup>4</sup> пиперидинового цикла на модели инфильтрационной анестезии активность увеличивается при «переходе» от  $C\equiv C_6H_{13} > CH_2-CH_2C_6H_{13} \geq CH_2-C(O)C_6H_{13}$  и пропионат  $\geq$  бензоат; при проводниковой - наблюдается обратная зависимость.

В решении проблемы поиска эффективных обезболивающих средств местноанестезирующего действия важнейшая роль принадлежит тонкому органическому синтезу новых веществ, в частности химии производных пиперидина. Нами получены интересные результаты в ряду алкоксиалкильных производных пиперидина, которые как по продолжительности и глубине инфильтрационной и проводниковой анестезии, так и токсичности, значительно превосходили применяемые в медицине анестетики. Кроме того, проведен анализ «структура – анестезирующая активность» и выявлены закономерности влияния некоторых структурных фрагментов на активность 1-(2-метоксиэтил-, 2-этоксиэтил-, 3-бутоксипропил-)4-(Н,  $C\equiv CH$ ,  $C\equiv CCH=CH_2$ ,  $C(O)CH_3$ )-4-(ацет-, пропионил- и бензоил-)оксипиперидинов, исследованных на местноанестезирующую активность в виде хлористовородных солей [1–3].



Оказалось, что местноанестезирующая активность возрастает а) в зависимости от длины алкоксиалкильного заместителя у атома пиперидинового цикла в ряду: **метоксиэтил < этоксиэтил < бутоксипропил**; б) природы заместителя при С<sub>4</sub>: **Н < С≡СН < С≡ССН=СН<sub>2</sub> < СН<sub>3</sub>С(О)**; в) ацилоксиального радикала: **ОСОСН<sub>3</sub> < ОСОС<sub>2</sub>Н<sub>5</sub> < ОСОPh**. Наиболее активными местными анестетиками оказались бензойные эфиры пиперидолов.

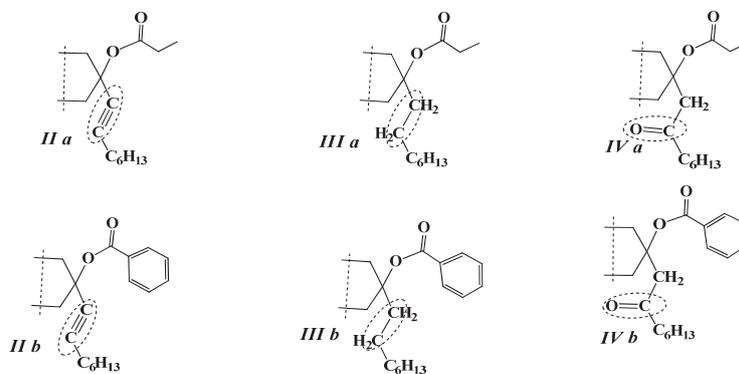
Для этинил- и винилэтинил-4-бензоилоксипиперидинов прослеживается вполне определенная зависимость активности от природы заместителя при С<sub>4</sub> пиперидинового цикла: а) при **инфильтрационной анестезии**  $C\equiv CH > C\equiv CCH=CH_2$  б) при **проводниковой** наблюдается обратная

\* Работа выполнена в рамках гранта МОН РК AP05131486/ГФ5

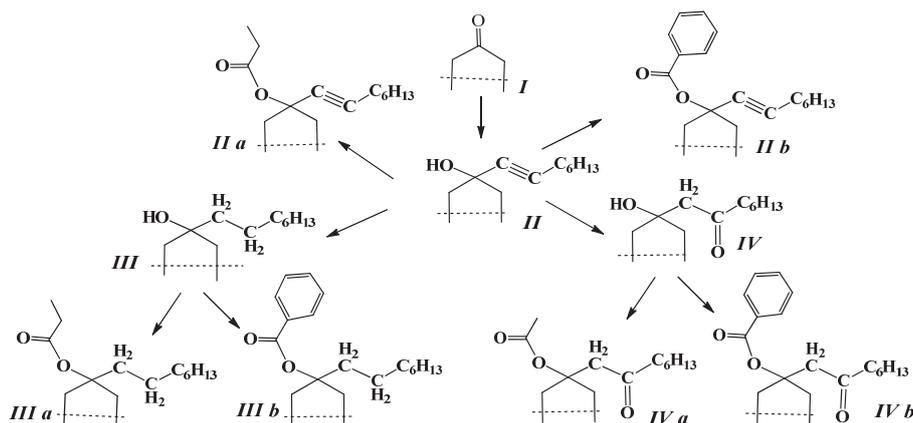
зависимость  $\text{C}\equiv\text{CCH}=\text{CH}_2 > \text{C}\equiv\text{CH}$ . Сложные эфиры кетолов ( $\text{R}'' = \text{C}(\text{O})\text{CH}_3$ ) - продуктов реакции гидратации этинилпиперидолов-4, также являются активными анестетиками. Обнаружено, что химическая модификация приводит к уменьшению инфильтрационной анестезии, в то время как происходит значительное увеличение проводниковой анестезии. Стоит отметить, что 1-(2-этоксипропил)-4-ацетил-4-ацетоксипиперидин проявляет спазмолитическое действие на уровне но-шпы [4].

В продолжение исследований по синтетическому поиску местных анестетиков нами поставлена задача введения этинильного фрагмента с длиной углеводородной цепочкой ( $\text{C}_6$ ) с последующей модификацией по тройной связи и получения веществ, обладающих длительным обезболивающим действием.

Целью настоящего сообщения является выявление влияния структурных фрагментов (природа ацильного остатка – пропионат и бензоат, и заместителя при  $\text{C}^4$  пиперидинового цикла – наличие тройной, насыщенной связи и кетонной группы) на активность:



Для получения целевых потенциальных местных анестетиков осуществлен ряд последовательных превращений:



Взаимодействие пиперидона-4 (I) с октином-1 в присутствии порошкообразного КОН в бензоле приводит к образованию 4-(октин-1-ил)пиперидолу-1 (II). При исчерпывающем каталитическом гидрировании тройной связи (II) количественно получен 4-октилпиперидол-4 (III). Гидратацией в условиях реакции Кучерова спирта (II) в присутствии сульфата ртути и серной кислоты с 90 % выходом синтезирован кето-пиперидол (IV).

Сложные эфиры - пропионаты (IIa, IIIa, IVa) и бензоаты (IIb, IIIb, IVb) получают реакцией пиперидолов-4 (II, III, IV) с хлористым пропионолом или бензоилом с выходом 70-80 %. Строение синтезированных спиртов и их пропионатов и бензоатов доказано данными спектроскопии ЯМР  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  и ИКС.

Синтезированные сложные эфиры представляют собой вязкие жидкости. Биотестирование на острую токсичность и местноанестезирующую активность проведено в виде комплексов с  $\beta$ -циклодестрином, являющихся твердыми порошками.

Острая токсичность ( $\text{LD}_{50}$ ) определялась на белых мышах обоего пола, модель инфильтрационной анестезии (индекс анестезии и продолжительность полной и общей анестезии) осуществлена по методике Бюльбринга-Уэйда на самцах морских свинок, проводниковой (продолжительность полной и общей анестезии) – по методике «tail-flick» на крысах самцах, в сравнении с аналогичными показателями применяемых анестетиков – лидокаина, новокаина и тримекаина (таблица).

**Результаты испытаний острой токсичности и местноанестезирующей активности пропионатов (IIa, IIIa, IVa) и бензоаты (IIb, IIIb, IVb) пиперидолов и препаратов сравнения**

Препарат	$\text{LD}_{50}$ , мг/кг	Инфильтрационная анестезия		Проводниковая анестезия		
		Индекс анестезии	Длительность, мин			
			Полная анестезия	Общая анестезия	Полная анестезия	Общая анестезия
<b>IIa</b>	625,3	<b>35,6</b>	<b>28,3</b>	<b>52,1</b>	10	77,5
<b>IIb</b>	927,3	28,5	16,7	34,1	11,6	97,5
<b>IIIa</b>	924,0	34,5	25,0	38,3	10,8	102,5
<b>IIIb</b>	1024,0	33,3	25,8	43,3	10,0	90,0
<b>IVa</b>	825,0	28,1	13,3	40,0	21,6	<b>155,8</b>
<b>IVb</b>	925,0	32,0	22,5	41,7	14,1	<b>145,5</b>
Лидокаин	248,6	25,0	10,0	29,1	47,3	56,9
Новокаин	480,0	23,1	14,2	30,8	65,0	90,0
Тримекаин	378,2	32,1	20,0	38,3	35,2	42,3

Как видно из таблицы, синтезированные производные алкинилпиперидина относятся к малотоксичным веществам: они в 2-3 раза менее токсичны препаратов сравнения. Наличие алкильного (гексил) радикала при тройной связи в заместителе при  $\text{C}^4$

пиперидинового цикла (*IIa* и *IIb*), как и ожидалось, положительно отразилось на активности на модели инфльтрационной анестезии по индексу анестезии и продолжительности как полной, так и общей анестезии по сравнению со стандартами (лидокаин, новокаин и тримекаин). Но вопреки ранее выявленной закономерности [2] более активным оказался пропионат. Модификации по тройной связи (исчерпывающее гидрирование и гидратация) приводят к снижению продолжительности анестезии, причем в паре – пропионат, бензоат, чуть более активным оказался бензоат.

На модели проводниковой анестезии все изученные препараты вызывают анестезии длительностью меньшей, чем у стандартных препаратов. У рассматриваемых пар (пропионат-бензоат), кроме эфиров кетопиперидола-1 (*IVa* и *IVb*) бензойный эфир вызывает более длительную анестезию, чем пропионовый.

В ряду производных алкинилпиперидина (*II*, *III*, *IV*) прослеживается определенная зависимость активности от природы заместителя при C<sup>4</sup> пиперидинового цикла:

при *инфльтрационной анестезии*



пропионат  $\geq$  бензоат

при *проводниковой анестезии* наблюдается обратная зависимость:



пропионат  $\leq$  бензоат

Таким образом, для производных алкинилпиперидинов только в некоторых случаях наблюдаются закономерности «структура-активность», выявленные у аналогичных веществ с водородом или меньшими заместителями у тройной связи. Оказалось, что удлинение углеводородной цепочки приводит к усилению инфльтрационной анестезии и уменьшению проводниковой. Найденные корреляции между структурой и активностью будут использованы в дальнейшем поиске местных анестетиков

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шин С.Н., Пралиев К.Д., Ю В.К., Бактыбаева Л.К., Ихсанова З.А. Биологическая активность и острая токсичность новых мембраностабилизирующих лекарственных средств из группы производных пиперидина // Изв.КНТО «Кахак». – 2000. – Вып. III. – С. 70–77.
2. Yu V.K., Praliev K.D., Fomicheva E.E., Ahmetova G.S. The correlations «Structure-analgesic/anesthetic activity» in piperidine derivatives family// Узбекистан-Корея: Научное и культурное сотрудничество: Материалы междунар. конф. – Ташкент, 2000. – С. 320–325.
3. Пралиев К.Д., Ю В.К. Биологически активные вещества в ряду производных пиперидина: задачи, пути реализации, результаты и перспективы // Химия и применение природ. и синтет.биолог.активн.соединений: Тр. Междунар.научн.конф., посвященной 100-летию со дня рождения академика АН КазССР М.И. Горяева. – Алматы. – 2004. – С. 36–40.

4. Патент РК №4246. Гидрохлорид 1-(2-этоксиэтил)-4-ацетил-4-ацетоксипиперидина, обладающий спазмолитической активностью // Ю В.К., Пралиев К.Д., Фомичева Е.Е., Шин С.Н. и др., Оpubл. 15.01.98. Бюлл.изобр. № 1.

### БИОГРАФИЯ

Я, Ю Валентина Константиновна, работаю в области химических наук и специализируюсь на тонком органическом синтезе биологически активных веществ. Являюсь главным научным сотрудником АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова», Алматы, Казахстан. Доктор химических наук с 2006 года. Область моих научных интересов включает органическую химию и химию лекарственных веществ, в особенности, тонкий органический синтез, стереохимию и конформационный анализ. Основным направлением является исследования химической модификации различных моно- и бициклических 4-кетопиперидинов, 3,7-дигетера(N,N-;N,S-;N,O-)бицикло[3,3,1]нонан-9-онов и их производных, стереохимии присоединения нуклеофильных реагентов к карбонильной группе этих аминокетонов, разработки путей рационального использования их синтетических возможностей для синтеза труднодоступных веществ, установлении зависимости между тонкой химической и стереохимической структурой и биологической активностью с целью выявления и создания новых безвредных и высокоэффективных лекарственных средств. Лауреат Государственной премии Республики Казахстан в области науки, техники и образования (2003).

### CORRELATION "STRUCTURE-ANESTHETIC ACTIVITY" IN A ALKYNYLPIPERIDIN DERIVATIVES FAMILY\*

V.K. Yu<sup>1</sup>, S.S. Zhumakova<sup>1</sup>, K.D. Praliyev<sup>1</sup>, T.K. Iskakova<sup>2</sup>, A.E. Malmakova<sup>1</sup>,  
A.G. Zazybin<sup>2</sup>

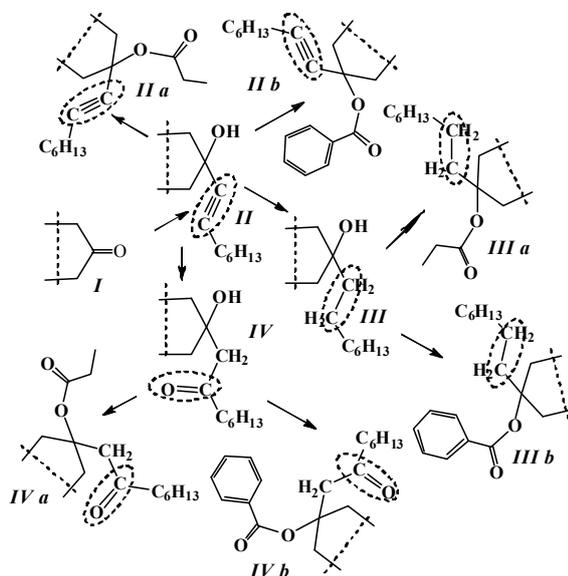
<sup>1</sup>*A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences,*  
<sup>2</sup>*Satbayev University, Almaty, Kazakhstan,*  
*yu\_vk@mail.ru*

The structure-activity analysis of novel alkynyl piperidine derivatives was carried out to obtain substances with a prolong anesthetic effect by introducing an ethynyl moiety with a hydrocarbon chain length (C<sub>6</sub>) followed by a triple bond modification. Interaction of piperidone-4 (I) with octyne-1 in the presence of powdered KOH in benzene to obtain 4-(octyn-1-yl) piperidol-1 (II). With exhaustive catalytic hydrogenation of triple bond (II), 4-octylpiperidol-4 (III) was quantitatively obtained. Hydration under the conditions of the

\* Research had been supported by the Kazakhstan Ministry of Education and Science grant AP05131486/GF5

Kucherov reaction of alcohol (II) in the presence of mercury sulfate and sulfuric acid with 90% yield leads to ketopiperidol (IV). Esters - propionates (IIa, IIIa, IVa) and benzoates (IIb, IIIb, IVb) are obtained by the reaction of piperidols-4 (II, III, IV) with propionyl or benzoyl chloride in 70-80% yield.

The effect of structural fragments (the nature of the acyl - propionate and benzoate, and the substituent at the C<sup>4</sup> piperidine ring – the presence of a triple, saturated bond and ketone group) on the activity was studied. Depending on the nature of the substituent at the C<sup>4</sup> piperidine, the activity on the model of infiltration anesthesia increases with a "transition" from  $C\equiv CC_6H_{13} > CH_2-CH_2C_6H_{13} \geq CH_2-C(O)C_6H_{13}$  and propionate  $\geq$  benzoate; but at conductive anesthesia model – an inverse relationship is observed.



## BIOGRAPHY

I, Yu Valentina Konstantinovna, work in the field of Chemical Sciences and specialize in the Fine Organic Synthesis of Biologically Active Substances. I am Principal Investigator at the JSC "Institute of Chemical Sciences. A.B. Bekturov», Almaty, Kazakhstan. I am Doctor of Chemical Sciences since 2006. The field of my scientific interests includes organic chemistry and chemistry of medicinal substances, in particular, fine organic synthesis, stereochemistry and conformational analysis. The main direction is to study the chemical modification of various mono- and bicyclic 4-ketopiperidines, 3,7-dihetera (N, N-, N, S-, N, O-) bicyclo [3,3,1] nonan-9-ones and their derivatives, the stereochemistry of the addition of nucleophilic reagents to the carbonyl group of these aminoketones, the development of ways to rationally use their synthetic potential for the synthesis of inaccessible substances, the establishment of correlations between a fine chemical and stereochemical structure and biological activity in order to find and create novel harmless and highly effective medicinal preparations. Laureate of the State Prize of the Republic of Kazakhstan in the field of science, technology and education (2003).

**ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЙ МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ  
ПИРИДИНКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ ПРЯМЫМ КАТАЛИТИЧЕСКИМ  
ОКИСЛЕНИЕМ МЕТИЛПИРИДИНОВ**

**О.К. Югай, П.Б. Воробьев, Т.П. Михайловская, А.П. Серебрянская,  
Р. Курмакызы**

*АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова», г. Алматы, Казахстан  
yu.ok@mail.ru*

В работе рассматриваются методы получения пиридинкарбонových кислот. Показано преимущество прямого газофазного каталитического окисления метилпиридинов в пиридинкарбонových кислоты. Проведены исследования по созданию эффективных катализаторов этого процесса.

Пиридинкарбонových кислоты обладают физиологически активными свойствами и используются для получения стимуляторов роста и химических средств защиты растений, а также лекарственных препаратов. Так, изониазид, производное изоникотиновой кислоты, является основным компонентом противотуберкулезных препаратов. В связи с этим продолжается поиск новых, более совершенных способов получения пиридинкарбонových кислот.

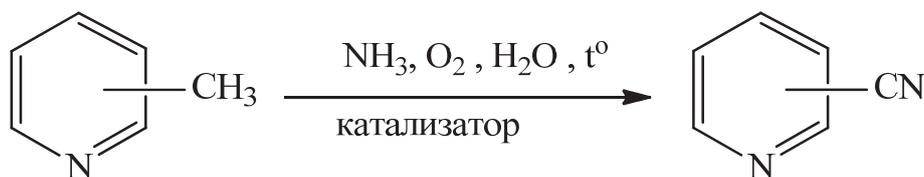
Промышленные методы получения пиридинкарбонových кислот («Lonza», «Carlo Erba») базируются на процессах жидкофазного окисления алкилпиридинов азотной кислотой [1, 2].

Недостатки этого метода:

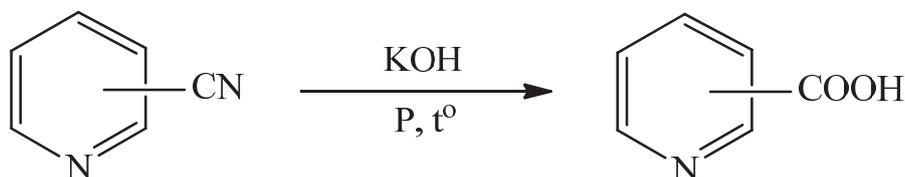
- 1) процесс проводится в реакционном аппарате периодического действия,
- 2) использование окислителя, вызывающего коррозию аппаратуры,
- 3) образование токсичных и взрывоопасных побочных продуктов и др.

В Институте химических наук им. А.Б. Бектурова разработан двухстадийный метод получения пиридинкарбонových кислот [3].

1 Стадия – получение нитрилов пиридинкарбонových кислот окислительным аммонолизом метилпиридинов;



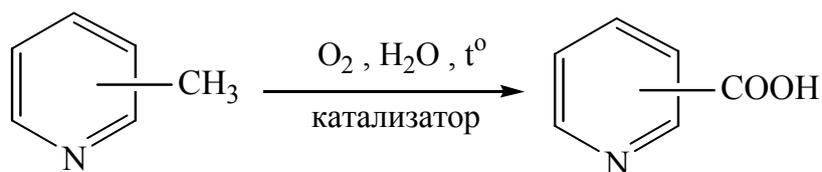
2 стадия – гидролиз синтезированных нитрилов в кислоты при температуре 240-260 °С и под давлением 10 атм.



На основе этой технологии в г. Умани (Украина) на витаминном заводе в 1976 г. был построен цех никотиновой кислоты мощностью 50–60 т кислоты в год. Опытная промышленная установка для получения никотиновой кислоты предложенным методом эксплуатировалась на Уманском витаминном заводе в течение 5 лет [4].

Преимущество этого метода - проведение первой стадии на установках непрерывного действия с использованием безопасных окислителей - кислорода воздуха и гетерогенного оксидного катализатора. Недостатками являются двухстадийность процесса, а также образование жидких отходов и газовых выбросов, содержащих аммиак.

Наиболее перспективным и экологически чистым методом получения пиридинкарбоновых кислот является прямое газофазное каталитическое окисление метилпиридинов [5, 6].



Это связано с тем, что катализу отводится основная роль в решении широкого спектра экологических задач, стоящих перед химическим производством. Согласно принципам «зеленой» химии для синтеза веществ нужно использовать высокоизбирательные процессы с активными катализаторами и, тем самым, уменьшать количество побочных соединений, загрязняющих конечный продукт и окружающую среду, стремиться к минимальному использованию агрессивных окислителей и т.д. Поэтому поиск и подбор катализаторов прямого окисления метилпиридинов в соответствующие кислоты остается актуальной задачей. В лаборатории химии нефти и нефтехимического синтеза (Институт химических наук им. А.Б. Бектурова) создаются новые катализаторы этого процесса. Газофазное каталитическое окисление метилпиридинов имеет значительные преимущества перед жидкофазным окислением. Этот процесс является одностадийным, осуществляется на проточной установке непрерывного действия с использованием дешевого окислителя – воздуха, поэтому не требует применения дорогостоящих ( $\text{KMnO}_4$ ) или вызывающих коррозию аппаратуры ( $\text{HNO}_3$ ) окислителей. Использование прямого окисления метилпиридинов позволяет упростить технологическую схему получения пиридинкарбоновых кислот и сделать процесс экологически безопасным. Реакция происходит при атмосферном давлении. Отсут-

ствуют жидкие и твердые отходы, а также вредные газовые выбросы. Снижение себестоимости продукции достигается благодаря применению высокоактивного катализатора.

Нами разработаны эффективные модифицированные оксидные ванадий-титановые катализаторы прямого окисления метилпиридинов в пиридинкарбоновые кислоты. Определен оптимальный состав и безотходная технология приготовления катализаторов. Установлена связь между химическим строением и реакционной способностью метилпиридинов в окислении, изучен механизм промотирующего действия добавок оксидов металлов IV-VI групп Периодической системы на оксиднованадиевый катализатор.

Процесс проводят в однотрубчатом проточном реакторе, представляющим собой один элемент промышленного аппарата непрерывного действия, с использованием кислорода воздуха, при температуре 270-330 °С в присутствии паров воды. Выход целевого продукта достигает 75 % при полной конверсии исходного метилпиридина.

Разработана технологическая схема синтеза пиридинкарбоновых кислоты на модифицированном оксиднованадиевом катализаторе, которая может быть рекомендована к использованию в производстве для создания установки.

Предлагаемый метод получения пиридинкарбоновых кислот прямым каталитическим окислением метилпиридинов соответствует требованиям «зеленой» химии и может представлять интерес для создания экологически чистого и безопасного промышленного производства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry Technology, 5<sup>th</sup> ed. Section A27. – VCH:Weinheim, 1996/1997. – P. 613. – DOI: 10.1002/14356007.
2. Chuck R Technology development in nicotinate production // Appl. Catalysis. A: General. – 2005. – Vol. 280, Issue 1. – P. 75-82.
3. Суворов Б.В. Окислительный аммонолиз органических соединений. – Алма-Ата: «Наука» КазССР, 1971. – 210 с.
4. Сембаев Д.Х. Парофазное каталитическое окисление и окислительный аммонолиз ароматических соединений в карбоновые кислоты, ангидриды, нитрилы и имиды // Хим. журн. Казахстана. – 2005. – № 4. – С.64–76.
5. Предпат. № 10322 (РК), приор. 18.11.99. МПК<sup>7</sup> C07D 213/55. Способ получения никотиновой кислоты / Д.Х. Сембаев, Ф.А. Ивановская, В.М. Почтенная, Н.И. Чухно, Р.К. Курмаева. Оpubл. бюл. № 6. 2001.
6. Al'kaeva E.M., Andrushkevich T.V., Zenkovets G.A., Kryukova G.M., Tsybula S.V. Formation of active state in vanadium–titanium oxide system regarding to reaction of oxidation of  $\beta$ -picoline to nicotinic acid // Catal. Today. – 2000. – Vol. 61. – P. 249–254.

#### БИОГРАФИЯ

Я, Югай Ольга Константиновна, работаю в области органической химии и специализируюсь на гетерогенном катализе и окислительных процессах. Работаю старшим

научным сотрудником лаборатории химии нефти и нефтехимического синтеза Института химических наук им. А.Б.Бектурова, Алматы, Казахстан. Кандидат химических наук с 2004 года. Область моих научных интересов включает гетерогенный катализ, а также окисление и окислительный аммонолиз алкилароматических соединений. Член НТО «КАХАК» и KOFST, заместитель ответственного секретаря журнала «Известия НТО «Кахак».

### **ECOLOGY FRIENDLY METHOD OF PYRIDINECARBOXYLIC ACIDS OBTAINING BY DIRECT GAS-PHASE OXIDATION OF METHYLPYRIDINES**

**O.K. Yugay, P.B. Vorobyev, T.P. Mikhailovskaya, A. Serebryanskaya, R. Kurmakizy**

*«A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences» JSC, Almaty, Kazakhstan  
yu.ok@mail.ru*

The methods of pyridinecarboxylic acids obtaining are considered. The advantage of direct gas-phase catalytic oxidation of methylpyridines into pyridinecarboxylic acids is shown. Effective catalysts for this process have been created. The optimum composition was determined and a non-waste technology for the preparation of catalysts was proposed. The relationship between the chemical structure and the reactivity of methyl pyridines in oxidation has been established, the mechanism of the promoting effect of the additions of metal oxides of groups IV-VI of the periodic table on the oxide-vanadium catalyst has been studied. The yield of pyridinecarboxylic acids reaches 75% with total conversion of the initial methylpyridine. The proposed method for the obtaining of pyridinecarboxylic acids by direct catalytic oxidation of methylpyridines satisfies the requirements of "green" chemistry and may be of interest for the creation of ecology friendly and safe industrial production.

### **BIOGRAPHY**

I, Yugay Olga K., work in the field of organic chemistry and focusing on heterogeneous catalysis and oxidative processes. I'm with A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences since 1986. My position is Senior Research Scientist at the Laboratory of Petrochemie and petrochemical Synthesis of A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences, Almaty, Kazakhstan. I received my Ph.D. Degree (Candidate of Chemical Sciences) under the supervision of academicians Suvorov B. and Sembaev D. in 2004 in our institute. My research interests include heterogeneous catalysis, oxidation and oxidative ammonolysis of alkylaromatic compounds. I'm a member of Association of Science and Technology «Kahak» and KOFST, Deputy Managing Editor of the journal «Review of AST «Kahak».

**ЮЖНАЯ КОРЕЯ И ЕВРАЗИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ СОЮЗ****С.М. Юн***Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск,  
sergey.yun@mail.tsu.ru*

В статье сравниваются актуальные показатели торгово-экономических связей России и Казахстана с Южной Кореей, рассматриваются процесс становления отношений между Евразийским экономическим союзом (ЕАЭС) и Южной Кореей, причины задержки начала официальных переговоров о заключении соглашения о зоне свободной торговли между ЕАЭС и Южной Кореей.

Южная Корея является одним из ведущих экономических партнеров России и все сильнее оспаривает у Японии второе место (после Китая) в списке российских торгово-экономических приоритетов в Восточной Азии. По итогам 2017 г. Южная Корея впервые обошла Японию по товарообороту с Россией (19,3 млрд. долл. США против 18,3 млрд. долл.), несмотря на то, что экономика Южной Кореи в 3 раза меньше, чем экономика Японии. Доля Южной Кореи в российском товарообороте составила в 2017 г. 3,6 % [1]. В сфере торговли услугами с Россией Сеул давно впереди Токио; например, в 2017 г. оборот составил 1,5 млрд. долл. против 0,9 млрд. японских показателей [2]. В то же время Япония сохраняет абсолютное лидерство среди азиатских стран по накопленным прямым иностранным инвестициям в России – 15,1 млрд. долл. на конец 2016 г. против, например, 8,2 млрд. долл. инвестиций из Китая и сравнительно скромных 2,1 млрд. долл. южнокорейских инвестиций [3].

Новым фактором для российско-южнокорейских отношений стала евразийская интеграция в рамках Евразийского экономического союза (ЕАЭС). ЕАЭС – молодое интеграционное объединение, прошедшее путь от Таможенного союза в составе России, Казахстана и Белоруссии с 2010 г. до Евразийского экономического союза в составе уже 5 стран (присоединились Армения и Кыргызстан) с 2015 г. Ядро ЕАЭС – Таможенный союз, который включает свободное перемещение товаров внутри ЕАЭС; единый таможенный тариф и единые меры нетарифного регулирования в отношении третьих стран; единую систему внешнеторгового и таможенного регулирования и единое техническое регулирование. Таким образом, на уровень институтов ЕАЭС перешла значительная часть полномочий по регулированию внешнеэкономических связей России.

Расширение ЕАЭС не стоит в повестке. Зато развивается интеграция со странами «Большой Евразии». Первое соглашение о зоне свободной торговли (ЗСТ) было подписано с Вьетнамом в мае 2015 г. и вступило в силу в октябре 2016 г. По соглашению, в частности, Вьетнам сразу отменяет таможенные пошлины более чем на 59% тарифных линий в общей товарной номенклатуре. В отношении еще 30% товарной номенклатуры ставки таможенных пошлин будут снижены до 0% в течение переходного

периода, а за рамками договора остаются 12% товарной номенклатуры [4]. Следует отметить, что проект интеграции с Вьетнамом – это не только зона свободной торговли товарами, но и дополнительные статьи в сфере инвестиционного взаимодействия и гармонизации регуляторных правил (такие соглашения стали нормой в современной международной практике и получили название «ЗСТ+»). Второе соглашение ЕАЭС о ЗСТ, так называемое «Временное соглашение», было подписано с Ираном 17 мая 2018 г. Официальные переговоры о заключении ЗСТ/ЗСТ+ ведутся Евразийским экономическим союзом с Индией, Сербией, Израилем, Сингапуром, Египтом.

Отношения между ЕАЭС и Южной Кореей были оформлены двумя Меморандумами о сотрудничестве, подписанными Евразийской экономической комиссией (сокращенно – ЕЭК; постоянно действующий регулирующий орган ЕАЭС) осенью 2015 г. со Службой по государственным закупкам и с Министерством промышленности, торговли и энергетики Республики Корея. Тогда же стороны договорились, что Всероссийская академия внешней торговли (ВАВТ) и Корейский институт международной экономической политики (КИЭП) проведут совместное исследование с целью «дать конкретные предложения по углублению торгово-экономического и инвестиционного сотрудничества между Сторонами» [5]. Фактически подразумевалась экспертная проработка вопроса о целесообразности внедрения зоны свободной торговли и ее параметрах.

Среди стран ЕАЭС, кроме России, существенные экономические связи с Южной Кореей имеет только Казахстан. Казахстанско-южнокорейский товарооборот в 2015 г. составил 1,4 млрд. долл. (2,3 % казахстанского товарооборота), в 2016 г. – 0,7 млрд. долл. (1,4 %), в 2017 г. – 1,7 млрд. долл. (2,8 %) [1]. Казахстан – основной получатель прямых иностранных инвестиций из Южной Кореи среди стран ЕАЭС. На конец 2016 г. они оставили около 3 млрд. долл. В других *странах* ЕАЭС значимых инвестиций корейских компаний нет.

Совместное исследование ВАВТ И КИЭП было завершено в сентябре 2016 г. С конца 2016 г. начались официальные консультации с участием представителей ЕЭК, стран ЕАЭС и Южной Кореи, предваряющие собственно переговоры о соглашении. Однако до сих пор, на середину июня 2018 г., не принято решение глав государств и правительств стран ЕАЭС о начале официальных переговоров с Южной Кореей по выработке соглашения о ЗСТ.

Еще в 2013 г. по заказу ЕЭК российские исследователи из МГИМО(У) и Центра экономических и финансовых исследований и разработок провели комплексное исследование «Определение перспективных партнеров государств-членов Таможенного Союза по заключению соглашений о свободной торговле» [6]. Анализ проводился применительно к Вьетнаму, Израилю, Индии, Индонезии, Монголии, Сингапuru и Южной Корее с точки зрения влияния ЗСТ на динамику ВВП и благосостояние потребителей в Белоруссии, Казахстане и России. В отношении Индонезии и Монголии заключение соглашения о ЗСТ было признано нецелесообразным, в отношении остальных стран – целесообразным при определенных условиях. При этом самой позитивной была экспертная оценка целесообразности заключения ЗСТ именно с Юж-

ной Кореей («безусловно имеет смысл») по обоим показателям (выигрыш для Казахстана и России, перекрывающий проигрыш Белоруссии, даже в сценарии устранения всех тарифных барьеров). Кроме того, дополнительным выигрышем для стран ЕАЭС было названо привлечение корейских инвестиций через введение в текст соглашения положений, снижающих инвестиционные барьеры.

По какой же тогда причине Южная Корея, указанная российскими экспертами как первый приоритет для создания ЗСТ, остается единственной страной из группы государств, с кем прорабатывалась принципиальная возможность введения ЗСТ, но с кем до сих пор не начались переговоры? Официальная позиция ЕАЭС, объясняющая задержку на переговорах, была озвучена, например, министром по торговле ЕЭК Вероникой Никишиной в интервью, опубликованном в газете «Коммерсант» 10 февраля 2017 г.: «По Корее не завершена работа по согласованию, скажем так, рамочных условий начала переговоров. Пока мы провели совместное исследование, и выяснилось, что увеличение экспорта ЕАЭС прогнозируемо, но, скорее всего, будет в два раза меньше, чем у Кореи, от открытия доступа на наш рынок. И для того чтобы сбалансировать эти выгоды, наши столицы, которые видят в Корее серьезного инвестиционного и технологического партнера, хотят, чтобы Корея продемонстрировала готовность как минимум сохранить свою инвестиционную деятельность в отраслях, где она уже присутствует, и ее расширять, – у нас есть определенные запросы на корейские инвестиции» [7].

Однако есть и другая, неофициальная точка зрения: переговоры не начинаются из-за того, российская сторона рассматривает ЗСТ с Южной Кореей как угрозу ряду российских отраслей, включая автомобильную. И, видимо, даже переговоры о готовности Сеула «как минимум сохранить свою инвестиционную деятельность в отраслях, где она уже присутствует, и ее расширять» не являются способом снять российскую озабоченность. По крайней мере, в настоящее время.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Внешняя торговля с третьими странами // Евразийская экономическая комиссия. 2018. URL: [http://www.eurasiancommission.org/ru/act/integr\\_i\\_makroec/dep\\_stat/tradestat/tables/extra/Documents/2017/12+/E201712\\_2\\_6.pdf](http://www.eurasiancommission.org/ru/act/integr_i_makroec/dep_stat/tradestat/tables/extra/Documents/2017/12+/E201712_2_6.pdf) (дата обращения: 14.06.2018).
2. Внешняя торговля услугами Российской Федерации по основным странам-партнерам за 2017 год // Центральный банк Российской Федерации. 2018. URL: [https://www.cbr.ru/statistics/credit\\_statistics/trade/64-trade\\_17.xlsx](https://www.cbr.ru/statistics/credit_statistics/trade/64-trade_17.xlsx) (дата обращения: 15.06.2018).
3. ЕАЭС и страны Евразийского континента: мониторинг и анализ прямых инвестиций – 2017. – СПб.: ЦИИ ЕАБР, 2017. – С. 38. URL: [https://eabr.org/upload/iblock/252/EDB-Centre\\_2017\\_Report-47\\_FDI-Eurasia\\_RUS\\_1.pdf](https://eabr.org/upload/iblock/252/EDB-Centre_2017_Report-47_FDI-Eurasia_RUS_1.pdf) (дата обращения: 15.06.2018).
4. Вопросы и ответы по Соглашению о свободной торговле между Евразийским экономическим союзом и Социалистической Республикой Вьетнам // Евразийская экономическая комиссия. 2018. С. 13. URL: [http://www.eurasiancommission.org/ru/act/trade/dotp/sogl\\_torg/Documents/Вопросы%20и%20ответы%20по%20Соглашению%20о%20свободной%20торговле%20между%20странами%20ЕАЭС%20и%20Вьетнамом.pdf](http://www.eurasiancommission.org/ru/act/trade/dotp/sogl_torg/Documents/Вопросы%20и%20ответы%20по%20Соглашению%20о%20свободной%20торговле%20между%20странами%20ЕАЭС%20и%20Вьетнамом.pdf) (дата обращения: 12.06.2018).

5. ЕАЭС и Республика Корея подписали Меморандум о сотрудничестве // Евразийская экономическая комиссия. 2018. URL: <http://www.eurasiancommission.org/ru/nae/news/Pages/30-11-2015-5.aspx> (дата обращения: 15.06.2018).

6. Аннотация к результатам научно-исследовательской работы на тему «Определение перспективных партнеров государств-членов Таможенного Союза по заключению соглашений о свободной торговле» // Евразийская экономическая комиссия. 2018. URL: [http://www.eurasiancommission.org/ru/NIR/Lists/List/Attachments/35/18\\_12\\_2013\\_annot.pdf](http://www.eurasiancommission.org/ru/NIR/Lists/List/Attachments/35/18_12_2013_annot.pdf) (дата обращения: 15.06.2018).

7. «За открытие рынков стран-партнеров мы должны заплатить снижением пошлин». Министр торговли ЕЭК Вероника Никишина о планах по расширению свободной торговли // Коммерсант. 10.02.2017. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3214431> (дата обращения: 15.06.2018).

### **БИОГРАФИЯ**

Я, Юн Сергей Миронович, работаю в должности доцента кафедры мировой политики исторического факультета Национального исследовательского Томского государственного университета (г. Томск). Сфера профессиональной деятельности – изучение и преподавание международно-политических отношений. Область моих научных интересов: внешняя политика России, международные отношения в Центральной Азии, межгосударственная интеграция в Евразии. Веду учебные дисциплины главным образом студентам-магистрантам направлений «Международные отношения» и «Зарубежное регионоведение».

Также являюсь руководителем магистерской программы ТГУ «Евразийская интеграция» по направлению «Международные отношения». Интересуюсь вопросами управления высшим образованием.

Имею степень кандидата исторических наук с 2005 г., ученое звание доцента с 2012 г.

### **SOUTH KOREA AND THE EURASIAN ECONOMIC UNION**

**S.M. Yun**

*National Research Tomsk State University, Tomsk,  
sergey.yun@mail.tsu.ru*

South Korea ranks as Russia's top economic partner in Asia in terms of trade and investment. The Eurasian integration within the framework of the Eurasian Economic Union (EAEU) has become a new factor for Russia – South Korea relations. The core of the EAEU is the Customs Union which transferred a significant part of the competences to regulate Russia's foreign economic relations to the level of the EAEU institutes. As for the rest of the EAEU countries, South Korea also has close economic ties with Kazakhstan.

The EAEU enlargement is not on the agenda. But integration with the countries of "Greater Eurasia" is developing. The first agreement on a free trade zone (FTA) was signed with Vietnam in May 2015 and entered into force in October 2016. The second FTA agreement was signed with Iran on May 17, 2018. Formal negotiations on the conclusion of a FTA are being conducted by the Eurasian Economic Union with India, Serbia, Israel, Singapore, Egypt.

Official consultations between South Korea, on the one side, and the Eurasian Economic Commission and EAEU Member States, on the other, began in late 2016. Consultations usually precede the formal negotiations on a FTA agreement. Earlier, in 2013 Russian experts prepared a comprehensive study of the prospects for concluding free trade agreements with various countries in Asia. It is noteworthy that the most positive was the expert assessment of the feasibility of a FTA with South Korea which could both promote EAEU exports and attract Korean investments to EAEU Member States [1].

However, the decision of the heads of state and government of the EAEU Member States to start formal talks with South Korea on the FTA has not been adopted. The official reason for the delay is the desire to get from South Korea certain commitments to invest in EAEU states, taking into account the fact that, according to Russian experts, the increase in EAEU exports will be two times less than that of Korea within the FTA [2]. The unofficial reason is Russia's position on the point. The Russian side views the FTA with South Korea as a threat to some Russian industries, including car manufacturing.

#### REFERENCES

1. The annotation to the results of research work on the topic "Assessment of prospective partners of the Customs Union member states for concluding agreements on free trade" // The Eurasian Economic Commission. 2018. URL: [http://www.eurasiancommission.org/en/NIR/Lists/List/Attachments/35/18\\_12\\_2013\\_annot.pdf](http://www.eurasiancommission.org/en/NIR/Lists/List/Attachments/35/18_12_2013_annot.pdf) (access date: 15.06.2018).

2. "To open markets of partner countries we have to reduce duties". EEC Trade Minister Veronika Nikishina on plans to expand free trade // Kommersant. 10.02.2017. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3214431> (access date: 15.06.2018).

#### BIOGRAPHY

I am an assistant professor at the Department of World Politics, School of History, National Research Tomsk State University (Tomsk). My specialization is the research and teaching of international political relations. My research interests cover Russian foreign policy, international relations in Central Asia, integration in Eurasia. I teach courses mainly to MA students studying International Relations and Area Studies.

I supervise the TSU academic program 'Master in Eurasian Integration'. Higher education management is of interest to me.

I have a Ph.D. degree (History, 2005).

**ФИЗИКА, МАТЕМАТИКА  
И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (секция В)  
PHYSICS, MATHEMATICS AND INFORMATION TECHNOLOGIES  
(workshop В)**

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТЕНДА  
ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ НАНОСЕНСОРОВ**

**С.А. Андреев<sup>1</sup>, В.Л. Ким<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Томский политехнический университет, Томск,  
saa1@tpu.ru*

<sup>2</sup>*Томский политехнический университет, Томск,  
kimval11@rambler.ru*

Разработано программное обеспечение верхнего уровня для управления стендом для испытаний наносенсоров, представлен алгоритм работы программы. Описаны особенности реализации протокола взаимодействия посредством USB-интерфейса. Представлен графический интерфейс программы.

Потенциальные возможности и достоверность результатов электрофизиологических методов исследования функционального состояния организма человека зависят не только от шума измерительной системы, но также от метрологических характеристик медицинских электродов [1]. Оптимальный выбор этих датчиков возможен только после проведения их испытаний с целью подтверждения заявляемых изготовителями параметров или определения реальных метрологических характеристик [2]. Поэтому параметры и характеристики датчиков должны быть определены с высокой метрологической надежностью и достоверностью.

Стенд для испытаний наносенсоров (СИН) разработан для проверки параметров электродов согласно ГОСТ 25995-83 [3]. Он позволяет повысить эффективность измерений за счет автоматизации проведения экспериментов. Программное обеспечение (ПО) верхнего уровня предназначено для измерения напряжений нано- и микровольтового уровня и может применяться для управления СИН [4]. ПО стенда поддерживает следующие типы испытаний:

1. Измерение разности электродных потенциалов;
2. Измерение дрейфа разности электродных потенциалов;
3. Измерение напряжения шума электродов;
4. Измерение шума движения (электромеханического шума);
5. Измерение полного сопротивления электродов;
6. Измерение напряжения поляризации электродов.

Рассмотрим алгоритм работы программы, представленный на рис. 1, *а*. При запуске программа кратковременно отображает экран-заставку, после чего переходит к основному интерфейсу, в случае, если будет найден подключенный по USB-интерфейсу стенд. В случае ошибки (не включено питание стенда, не подключен стенд, не установлен драйвер), будет отображена ошибка, и выполнение программы завершится. После того как программа отобразила основной интерфейс, пользователь может начать эксперимент. При старте эксперимента создается отдельный поток, в котором происходит взаимодействие ПО с прибором.

Для реализации данного алгоритма, программа разбита на следующие программные модули:

- Реализация протокола взаимодействия с СИН;
- Управление СИН посредством USB-интерфейса;
- Сбор данных со стенда и преобразование полученных данных, например, согласно коэффициентам усиления выбранного канала;
- Отображение интерфейса пользователя;
- Визуализация собранных данных;
- Логирование данных.

Для измерения напряжений порядка нескольких мкВ необходимо производить коррекцию нуля измерительного канала посредством цифроаналогового преобразователя (ЦАП). Для увеличения точности коррекцию необходимо провести вторично при проведении каждого эксперимента [5]. Схема алгоритма коррекции нуля представлена на рис. 1, *б*. Первоначально устанавливается код нулевого напряжения на корректирующем ЦАП. Затем определяется выходное напряжение измерительного канала. Вычисляется напряжение, которое необходимо подать на вход канала, чтобы убрать его смещение. После чего коррекция производится повторно.

Если измеренное напряжение в ходе эксперимента выходит из диапазона измерений АЦП, то с помощью ЦАП формируется компенсирующее напряжение, поступающее в измерительный канал. Так как данная корректировка может быть недопустима в ходе некоторых измерений, то пользователю выводится предупреждающее сообщение о данном событии. Кроме этого предлагается решение данной проблемы: изменить диапазон измерения АЦП и провести эксперимент заново.

Одной из особенностей протокола взаимодействия между программой верхнего уровня и стендом является проверка целостности данных с помощью алгоритма CRC [6]. Драйвер Future Technology Devices International (FTDI) обеспечивает прямой доступ к СИН посредством USB-интерфейса, так как в приборе установлена интегральная микросхема FTDI Chip. Она преобразует USB-интерфейс в последовательный порт, что упрощает разработку приложения для последнего.

Управление процессом проведения эксперимента осуществляется посредством графического интерфейса, представленного на рис. 2. Пользователь может провести настройку эксперимента, запустить эксперимент, запустить серию экспериментов, остановить эксперимент.

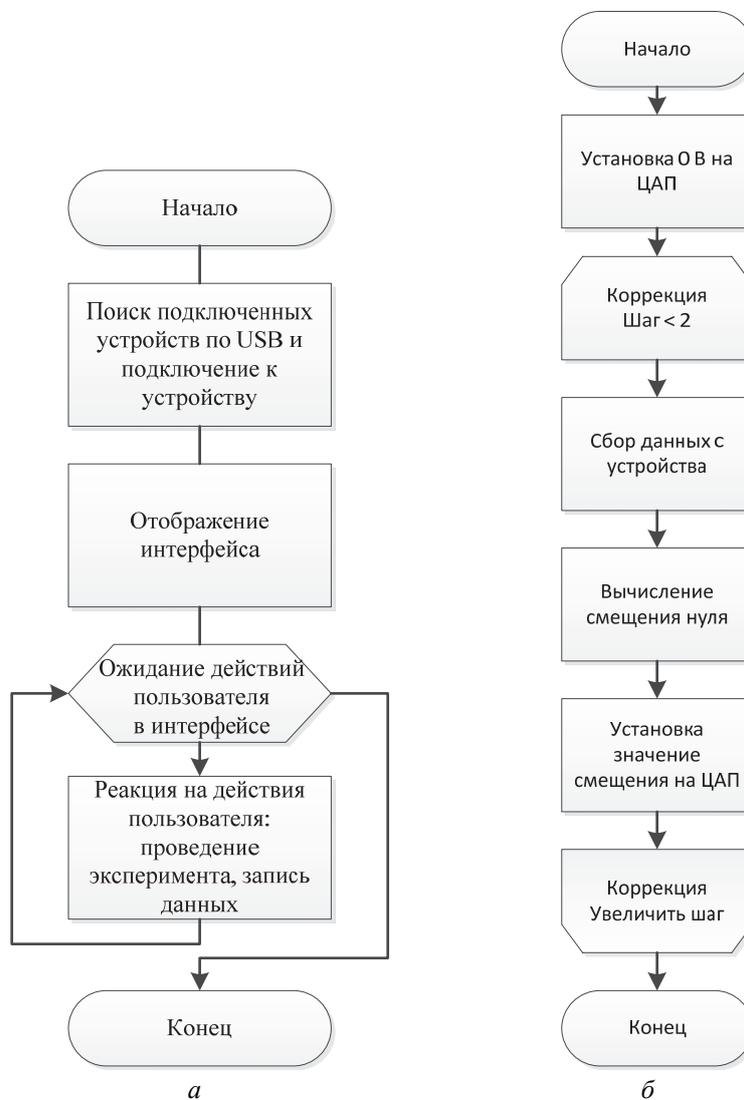


Рис. 1. Алгоритм работы программы (а); алгоритм функции коррекции нуля (б)

В окне «Проведение эксперимента» возможен выбор измерительного канала и диапазона измерения, добавление комментария к эксперименту. Кроме этого в командном меню доступен выбор имени файла-логирования. Есть возможность добавления различных атрибутов к имени файла, таких как время проведения эксперимента, характеристики эксперимента.

Полученные данные в ходе эксперимента не только логируются, но и визуализируются (окно «График»).

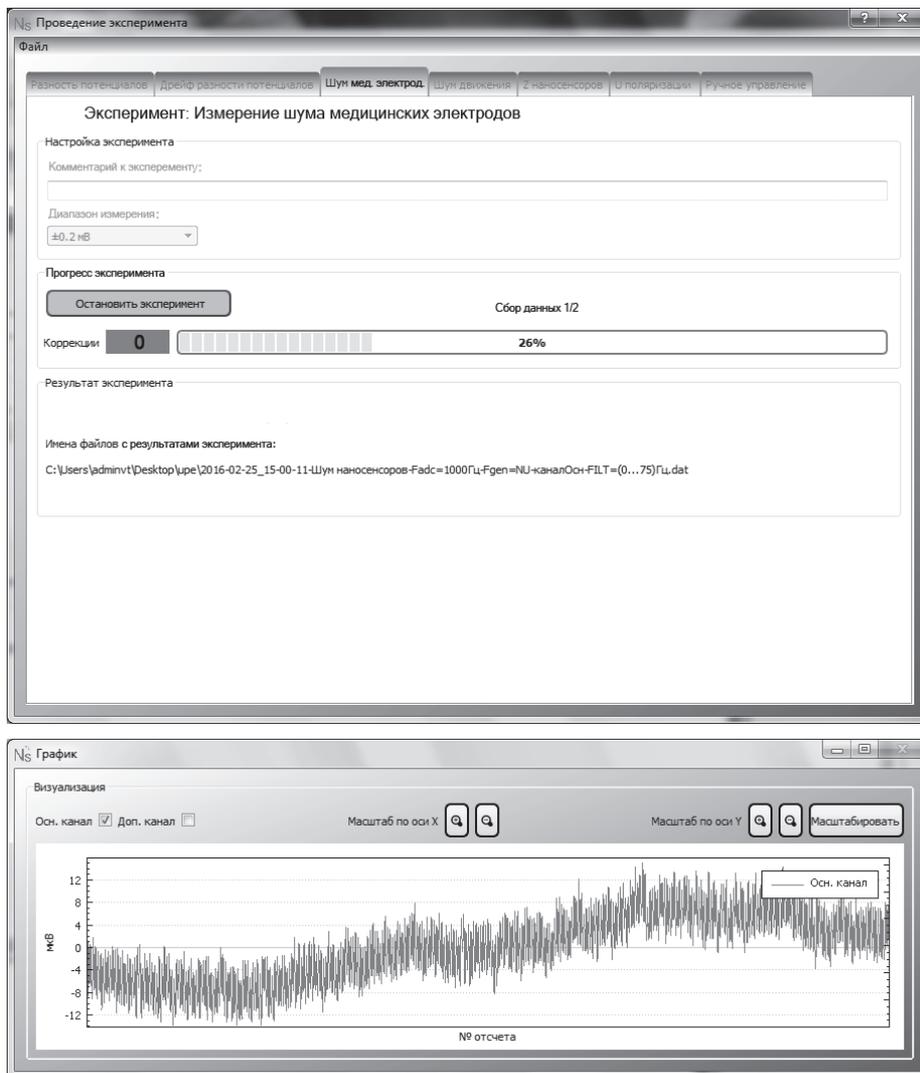


Рис. 2. Интерфейс программы

Разработанный СИН, его программное обеспечение и техническая документация обеспечивает:

- 1) условия для внедрения этого прибора в научно-исследовательских и производственных организациях, занимающихся разработкой и созданием медицинских приборов нового поколения с улучшенными диагностическими возможностями;

2) исключение ошибок проектирования медицинских приборов уже на ранних этапах проектирования за счет отбраковки неисправных электродов;

3) создание метрологической базы для разработки и производства новых медицинских электродов, в том числе наноэлектродов;

4) создание экспериментальной базы для последующей подготовки специалистов в области медицинского приборостроения, информационно-измерительной техники, автоматизации научных исследований и комплексных испытаний, автоматизации измерений, контроля и диагностики;

5) возможность российским производителям получать высококачественные медицинские электроды, в том числе наноэлектроды, которые будут конкурентоспособны с продукцией ведущих зарубежных компаний;

6) проведение экспертизы и испытаний при процедуре утверждения типа ввозимых зарубежных электродов.

Работа выполнена в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2014-2020 годы», государственный контракт No. 14.578.21.0032.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Avdeeva D.K., Vylegzhanin O.N., Grekhov I.S., et al. An automatic device for testing medical electrodes. // *Biomedical Engineering*. – 2009. – Vol. 43 – № 2 – P. 100–103.

2. Keller T., Andreas K. Electrodes for transcutaneous (surface) electrical stimulation. // *Journal of automatic control, University of Belgrade*. – 2008. – Vol. 18(2). – P. 35–45.

3. ГОСТ 25995-83. Электроды для съема биоэлектрических потенциалов. Общие технические требования и методы испытаний. – Введ. 01.01.86 – М.: Издательство стандартов, 1987. – 25 с.

4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017610511. Управление прибором для измерения низкоуровневых напряжений // Андреев С.А., Голобовков Ю.Н., Ким В.Л. – № 2017610511; заявл. 14.10.2016; опубл. 12.01.2017.

5. Хорольский В.Я., Бондарь М.С., Ефанов А.В. Математическое моделирование операции коррекции погрешностей аналого-цифровых преобразователей и оценка ее результативности // *Приборостроение и биотехнические системы*. – 2010 – № 4 (282).

6. Мыцко Е.А., Мальчуков А.Н. Исследование программных реализаций алгоритмов вычисления CRC совместных с PKZIP, WINRAR, ETHERNET // *Известия Томского политехнического университета*. – 2013 – Т. 322 – № 5 – С. 170–175.

#### БИОГРАФИЯ

Я, Ким Валерий Львович, работаю в области электроники, измерений, медицинского приборостроения. Работаю профессором отделения информационных технологий Томского политехнического университета, г. Томск. Доктор технических наук с 2010 года. Область научных интересов – автоматизация измерений, контроля, испытаний.

Я, Андреев Семён Алексеевич, работаю в области электроники, измерений, медицинского приборостроения. Работаю ассистентом отделения информационных технологий Томского политехнического университета, г. Томск, обучаюсь в очной аспирантуре. Магистр по направлению «Информационные системы и технологии» с 2016 года. Область научных интересов – автоматизация измерений, контроля, испытаний.

### **DEVELOPMENT OF SOFTWARE OF THE TEST BED FOR RESEARCHING NANO-ELECTRODES**

**S.A. Andreev<sup>1</sup>, V.L. Kim<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Tomsk Polytechnic University, Tomsk,  
saa1@tpu.ru*

<sup>2</sup>*Tomsk Polytechnic University, Tomsk,  
kimval11@rambler.ru*

Metrological characteristics of electrodes greatly determine potential capabilities and reliability of the results of the electrophysiological methods used for studying the functional state of the human body as a whole and its individual organs as well [1]. The State Standard GOST 25995-83 regulates technical characteristics of measuring instruments for electrodes produced by domestic producers or supplied by foreign companies [2]. Thus, in accordance with this standard, calibration equipment has to have inherent noise level (basic parameter) up to 15 mV in a frequency band up to 10 kHz.

The test bed for researching nanoelectrodes (TBRN) was developed at Tomsk Polytechnic University. It allows measuring the parameters of electrode cells: an electrode potential difference; a drift of the electrode potential difference; a noise voltage; an electromechanical noise; an impedance of electrodes; a polarization voltage.

The TBRN software is intended to control device for measuring voltage signals of nano- and microvolt level. The algorithm is implemented in cross-platform framework QT. Potential sectors of utilization are computer systems, hardware and software systems for researching medical devices. This program comes with a graphical user interface that allows user-friendly access to the device. The user can change settings of an experiment, run or stop an experiment.

The developed test bed in conjunction with the technical and program documentation provides:

- 1) conditions for implementing this test bed in the research and industrial organizations involved in the development and creation of a new generation of medical devices with improved diagnostic capabilities;
- 2) creation of metrological basis for the development and production of new medical electrodes, including nanoelectrodes;
- 3) an opportunity for Russian manufacturers to obtain high-quality medical electrodes that will be competitive with products of the leading foreign companies;

The research was financially supported by the Federal Targeted Programme “Research and Development in Priority Fields of S&T Complex of Russia in 2014-2020”, Agreement No. 14.578.21.0032 dated 05.06.2014 “Development of the experimental sample of a hardware-software complex for noninvasive recording of heart micropotentials in a wide frequency band without filtering and averaging in real time to early detect the symptoms of a sudden cardiac death”; the unique identifier of the contract: RFMEF157814X0032.

#### REFERENCE

1. Avdeeva D.K., Vylegzhanin O.N., Grekhov I.S., et al. An automatic device for testing medical electrodes. // Biomedical Engineering. – 2009. – Vol. 43 – № 2 – P. 100–103.
2. Keller T., Andreas K. Electrodes for transcutaneous (surface) electrical stimulation. // Journal of automatic control, University of Belgrade – 2008 – Vol. 18(2) – P. 35–45.

#### BIOGRAPHY

I, Kim Valeriy, work in the field of electronic and medical engineering focusing on the processes in measurement. My position is professor of Division for Information Technology, School of Computer Science & Robotics, Tomsk Polytechnic University. I received my DSc degree in Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia in 2010. My research interests include automation of measurements, monitoring and examination.

I, Andreev Semen, work in the field of electronic and medical engineering focusing on the processes in measurement. My position is assistant of Division for Information Technology, School of Computer Science & Robotics, Tomsk Polytechnic University. I am a post-graduate student. I received my master degree in Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia in 2016. My research interests include automation of measurements, monitoring and examination.

### МОДЕЛЬ ИСКУССТВЕННОГО УЧИТЕЛЯ НА ОСНОВЕ МЕНТАЛЬНОГО ПОДХОДА

**Е.В. Асауленко<sup>1</sup>, Н.И. Пак<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Дивногорский гидроэнергетический техникум имени А.Е. Бочкина»,  
evgeniy.asaulenko@mail.ru*

*<sup>2</sup>Красноярский государственный педагогический университет,  
nik@kspu.ru*

В работе предложен ментальный подход к созданию электронного учителя на основе модели белого ящика. Описан способ моделирования ментальных схем умения решать вычислительные физические задачи с применением вычислительных примитивов.

В последнее время происходит существенная интеллектуализация и роботизация научной, познавательной и учебной деятельности. В этой связи представляет интерес моделирование искусственного электронного учителя, способного обеспечить не только передачу ученику сообщений учебного характера, но и опыта путем «копирования» структуры мышления в формате ментальных схем [1]. Актуальность создания «умного учителя» заключается в возможности резкого повышения эффективности самообразовательной деятельности обучаемого за счет интеграции естественного и искусственного интеллекта. Работа посвящена моделированию интеллектуальных обучающих средств на основе ментального подхода.

Самостоятельная учебная деятельность учащихся играет значимую роль в процессе предметного их обучения. Ее результативность в значительной мере зависит от дидактических качеств электронных средств обучения. Как правило, большая часть подобных образовательных ресурсов нацелены на обучение согласно принципам современной дидактики, формируя и развивая требуемые способности и компетенции [2]. Однако традиционные способы обучения, включая инновационные методы электронного обучения (e-learning), имеют образовательную платформу черного ящика. В ней осуществляется образовательное воздействие на ученика с надеждой сформировать в нем планируемые и желаемые способности, знания, умения и навыки вслепую (рис. 1, а). Если смоделировать каким-либо образом ментальную структуру и механизмы мышления, изучить вопросы их развития, то возможно построение образовательной платформы белого ящика, т.е. процесс обучения свести к формированию требуемых ментальных структур и диагностировать их качество визуально (рис. 1, б).

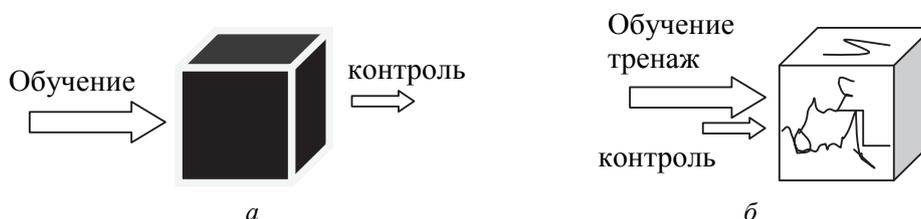


Рис. 1. Образовательные платформы:

а – модель черного ящика; б – модель белого ящика

Метод белого ящика, по сути, позволяет наглядно отобразить процесс обучения. Ментальная схема («интеллект-карты», «карты разума», «карты памяти») - это инструмент визуального представления и записи информации в памяти исследователя У. Найсером [3]. Ментальная схема состоит из вершин (объектов) и ребер, которые определяют действие. Объекты могут быть как исходными данными, так и необходимыми целями, также в качестве объекта может быть ментальная схема [2]. С ее помощью визуально определяются все возможные маршруты достижения цели, исходя из наличия определенных исходных данных.

*Пример 1.* Рассмотрим модель электронного репетитора по формированию у обучающегося ментальной схемы решения задач по определенной теме математики, например, нахождение площади треугольника.

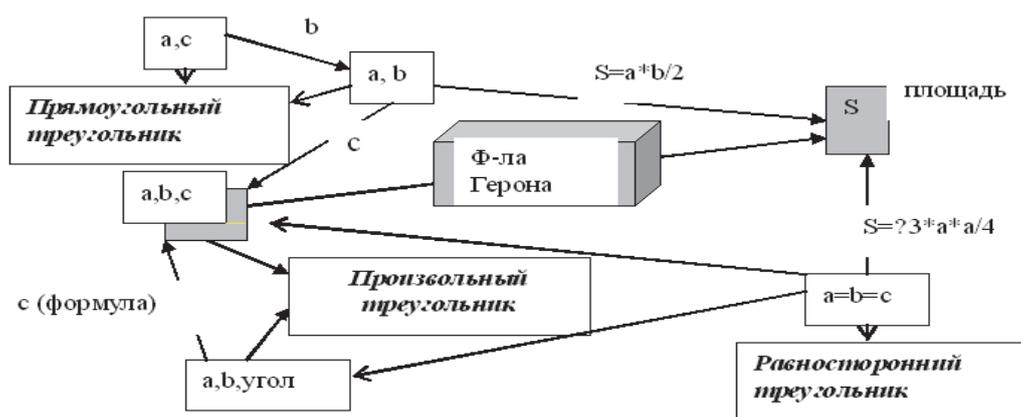


Рис. 2. Ментальная схема нахождения площади треугольника

Представленная схема позволяет спроектировать искусственного репетитора, который может выполнять три функции: «Решатель», «Тренажер», «Справочник». При этом важно создать скрытый от пользователя модуль индивидуальных учебных маршрутов, в котором фиксируется протокол работы ученика с обучающим средством.

*Пример 2.* Решение вычислительных физических задач содержит следующие последовательные элементы: анализ физической ситуации, постановка цели, выбор модели явления, выполнение чертежа или схемы, поиск в условии необходимых начальных данных, преобразование их значений к единой системе единиц, запись закономерностей для описания данного явления, составление системы уравнений и её решение в общем виде, анализ полученного выражения, действия с единицами измерения, вычисление значения искомой величины.

Не ограничивая общности, выделим наиболее простые явления, которые будут описываться моделью физического тела или системы характеризующейся  $N$  величинами ( $N_1, N_2, \dots, N_n$ ) и математической моделью. Объект, состоящий из физической и математической модели системы, назовем вычислительным примитивом (рис. 3). В нем при известных любых  $N-1$  величин задается способ нахождения оставшейся  $N$ -й величины.

Для раздела элементарной физики – «взаимодействие тел», следует выделить пять примитивов (рис. 3): I – физическое тело (ФТ), имеющее определенную площадь основания; II – ФТ, обладающее некоторым объемом; III – ФТ некоторой средней плотности; IV – ФТ на которое действует сила тяжести; V – ФТ которое оказывает давление.

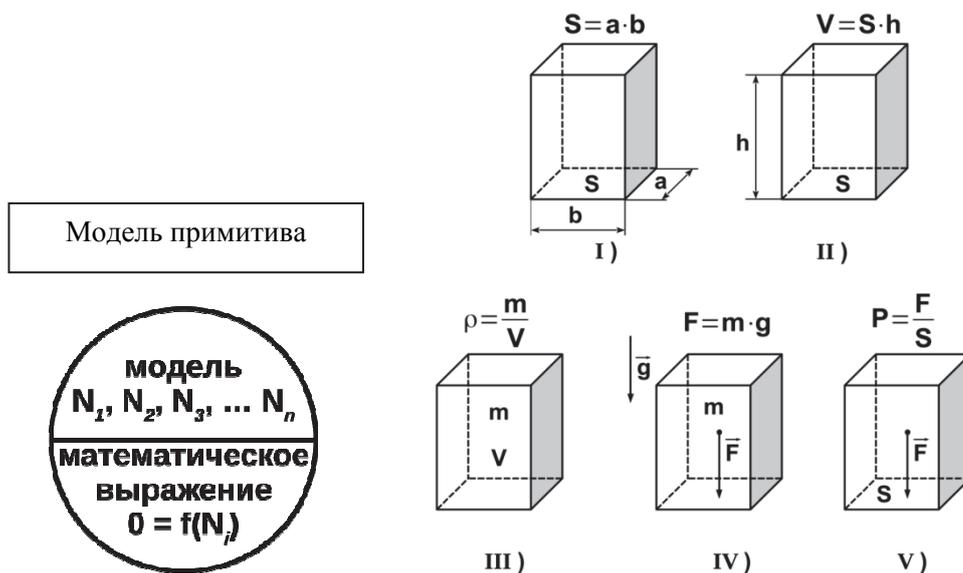


Рис. 3. Структура вычислительного примитива и примеры

Сконструированная модель ментальной схемы умения решать задачи по выбранному разделу представлена на рис. 4.

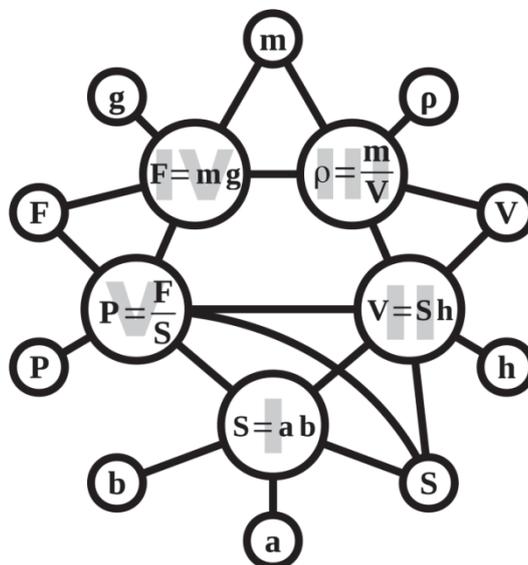
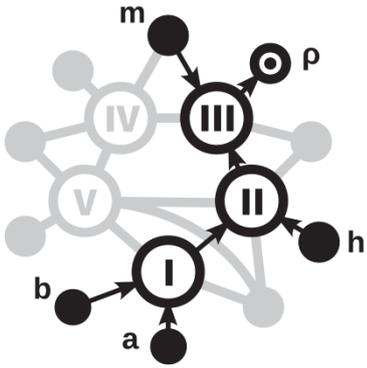


Рис. 4. Ментальная схема по разделу «взаимодействие тел»

Представление модели в виде графа является удобным для программной реализации и позволяет создать автоматизированную систему управления самостоятельной деятельностью учеников в процессе формирования умения решать вычислительные физические задачи.

Ниже приведен пример условия задачи с решением и соответствующий ей маршрут ментальной схемы.

Текст задачи, решение и ответ	Ментальная схема решения задачи
<p>Вычислите плотность металлической заготовки массой 195 кг и размерами 0,2×1,2×0,3 м.</p> <p><b>Найти:</b> <math>\rho</math> – ?;</p> <p><b>Дано:</b> <math>m = 195</math> кг; <math>a = 0,2</math> м; <math>b = 1,2</math> м; <math>h = 0,3</math> м.</p> <p><b>Решение:</b>  <math>a \cdot b = S</math>; <math>S \cdot h = V</math>; <math>\rho = m/V \rightarrow \rho = m/(a \cdot b \cdot h)</math></p> <p>Ответ: <math>\approx 2700</math> кг/м<sup>3</sup>.</p>	

При подходящем подборе задач можно полностью «покрыть» все возможные маршруты ментальной схемы. Правильное решение всех задач этой темы учеником свидетельствует о полноте сформированности его ментальной схемы умения решать подобные задачи. Цель обучения автоматизированной системы будет заключаться в выявлении у обучаемого отсутствующих маршрутов и тренаж по их формированию. При этом прочность усвоенных умений решать задачи можно контролировать за счет задания весов прочности связей ребер ментальной схемы, например, путем повторных сеансов обучения.

Таким образом, ментальный подход в проектировании обучающей системы позволяет реализовать образовательную платформу белого ящика и создавать искусственного учителя, обеспечивающего высокое дидактическое качество автоматизации самообразовательной деятельности обучаемого.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Асауленко Е.В. Искусственный интеллект с позиции ментальных схем // Открытое образование. – 2014. – № 4. – С. 50–54.
2. Баженова И.В., Бабич Н., Пак Н.И. От проективно-рекурсивной технологии обучения к ментальной дидактике: монография. – Красноярск: Сиб.федер.ун-т, 2016. – 160 с.
3. Найсер У. Познание и реальность. Смысл и принципы когнитивной психологии / пер. с англ. В.В. Лучкова. – М.: Прогресс, 1981. – 232 с.

### БИОГРАФИЯ

Я, (Асауленко Евгений Васильевич), работаю в области преподавания физики и специализируюсь на разработке средств и методов автоматизации процесса обучения. Работаю преподавателем Краевого Государственного Бюджетного Профессионального Образовательного Учреждения «Дивногорский гидроэнергетический техникум имени А.Е. Бочкина» г. Дивногорска. Область моих научных интересов включает методика преподавания физики, искусственный интеллект, информатизация образования, ментальная дидактика.

Я, (Пак Николай Инсебович), работаю в области теоретической информатики и информационных технологий в образовании и специализируюсь на разработке средств и методов обучения с использованием теории искусственного интеллекта. Работаю заведующим базовой кафедры информатики и информационных технологий в образовании Красноярского государственного педагогического университета г.Красноярска. Доктор педагогических наук с 2000 года. Область моих научных интересов включает теорию и практику обучения информатике, математике, физике, а также информатизации образования, исследования механизмов разума, развитие ментальной (когнитивной) дидактики.

### MODEL OF THE ARTIFICIAL TEACHER BASED ON THE MENTAL APPROACH

E.V. Asaulenko<sup>1</sup>, N.I. Pak<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Divnogorsk Hydropower Technical School named after A.E. Bochkin,  
evgeniy.asaulenko@mail.ru*

<sup>2</sup>*Krasnoyarsk State Pedagogical University,  
koliapak@yandex.ru*

The urgency of creating an "intelligent teacher" is the possibility of a sharp increase in the effectiveness of the student's self-educational activity through the integration of natural and artificial intelligence.

A mental approach to the creation of an electronic teacher based on the white box model is proposed. As an example, a method for modeling mental schemes of the ability to solve computational physical tasks using physical primitives is described.

As a rule, most of the educational resources are aimed at learning according to the principles of modern didactics, forming and developing the required abilities and competences [1]. However, traditional methods of teaching, including innovative methods of e-learning, have an educational platform for the black box (Fig. 1, a). If you model somehow the mental structure and mechanisms of thinking, study the issues of their development, then it is possible to build an educational platform for the white box [2], i.e. to reduce the learning

process to the formation of the required mental structures and to diagnose their quality visually (Fig. 1, *b*).

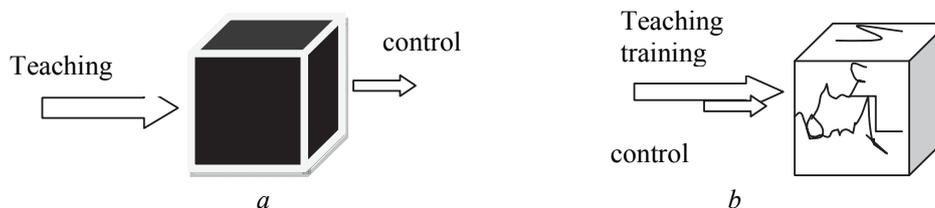


Fig. 1. Educational platforms:

*a* – black box model; *b* – white box model

The white box method, in fact, allows you to visually display the learning process.

For example, let us single out physical phenomena that will be described by a model of a physical system characterized by “*n*” quantities ( $N_1, N_2, \dots, N_n$ ) and a mathematical model. Such an object is called a physical primitive. In it, for any  $n-1$  quantity known, a method is set for finding the remaining  $n$ -th quantity.

With the help of physical primitives, it is possible to design models of mental schemes for solving computational physical problems. The representation of the model in the form of a graph is convenient for software implementation and allows the creation of an automated system for managing the independent activity of students.

Such an approach to the design of the learning tool allows realizing the educational platform of the white box and creating an artificial teacher that provides a high didactic quality of automating the student's self-educational activity.

#### REFERENCES

1. Bazhenova I.V., Babich N., Pak N.I. From the projectively recursive technology of teaching to mental didactics: monograph. – Krasnoyarsk: Sib.feder.un-t, 2016. – 160 p.
2. Asaulenko E.V. Artificial intelligence from the position of mental schemes // Open Education. – 2014. – № 4. – P. 50–54.
3. Kniser U. Cognition and Reality. The meaning and principles of cognitive psychology / Trans. from English of V.V. Luchkova. – M.: Progress, 1981. – 232 p.

#### BIOGRAPHY

I, (Asaulenko Evgeniy Vasilievich), work in the field of teaching physics and specialize in developing tools and methods for automating the learning process. I work as a teacher of the State Budget Professional Educational Institution "Divnogorsk hydropower technical school named after A.E. Bochkin" of the city of Divnogorsk. The field of my scientific interests includes the methods of teaching physics, artificial intelligence, informatisation of education, mental didactics.

I, (Pak Nikolay Insebovich), work in the field of theoretical informatics and information technologies in education and specialize in developing tools and methods of teaching using the theory of artificial intelligence. I work as the head of the basic chair of informatics and information technologies in education of the Krasnoyarsk State Pedagogical University in Krasnoyarsk. Doctor of Pedagogical Sciences since 2000. The field of my scientific interests includes the theory and practice of teaching computer science, mathematics, physics, as well as the informatisation of education, the study of the mechanisms of the mind, the development of mental (cognitive) didactics.

### ВЕЛЯРНОЕ ПРОИЗВЕДЕНИЕ ВЕКТОРОВ\*

**А.В. Ким**

*Институт математики и механики УрО РАН,  
avkim@imm.uran.ru*

Введено понятие велярного произведения векторов и изучены его свойства.

В теории линейных векторных пространств используется скалярное произведение векторов  $a = (a_1, a_2, \dots, a_n)$  и  $b = (b_1, b_2, \dots, b_n)$ , являющееся числом

$$C = (a_1b_1 + a_2b_2 + \dots + a_nb_n)$$

В случае трехмерного ( $n = 3$ ) пространства применяется и понятие векторного произведения.

**Векторное произведение** двух векторов в трехмерном евклидовом пространстве – это вектор, перпендикулярный обоим исходным векторам, длина которого равна площади параллелограмма, образованного исходными векторами, а выбор из двух направлений определяется так, чтобы тройка из по порядку стоящих в произведении векторов и получившегося вектора была правой.

Установлено [2], что многомерное векторное произведение можно определить только в трехмерном и семимерном пространствах.

В данной работе рассматривается покоординатное умножение векторов, названное велярным произведением. Идея восходит к введенному автором умножению обобщенных функций и более общо (элементов линейных топологических пространств) на базисе Гамеля.

---

\* Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 17-01-00636).

$F$  [3] – локально выпуклое пространство. Известно [3], что в пространстве  $F$  существует базис Гамеля  $\{H = \}_{\alpha \in A}$  ( $A$  – индексное множество) такой, что каждый элемент  $f \in F$  единственным образом в форме линейной комбинации элементов  $H$ :

$$f = \sum_{i=1}^m c_i h_{\alpha_i} \quad (c_i \in R, i = 1, \dots, n).$$

Таким образом, каждый элемент  $f \in F$  может быть отождествлен с последовательностью коэффициентов в разложении по базису Гамеля:  $f = (c_1 c_2, \dots, c_n, \dots)$

**Определение 1.** Произведением элементов  $f^{(1)} = (C_1^{(1)}, C_2^{(1)}, \dots, C_n^{(1)}, \dots)$  и  $f^{(2)} = (C_1^{(2)}, C_2^{(2)}, \dots, C_n^{(2)}, \dots)$  из  $F$  на базисе Гамеля  $H$  называется элемент  $f^{(3)} = (C_1^{(3)}, C_2^{(3)}, \dots, C_n^{(3)}, \dots)$  с элементами  $C_i^{(k)} = C_i^{(k)} + C_i^{(k)}$ ,  $i = 1, 2; k = 1, 2, \dots, n, \dots$

Применение введенного умножения на базисе Гамеля в проблематике умножения обобщенных функций обсуждено в [4].

Целью данной работы является введение покоординатного умножения конечномерных векторов

**Определение 1.** Велярным произведением (\*) векторов  $a = (a_1, a_2, \dots, a_n)$  и  $b = (b_1, b_2, \dots, b_n)$  называется вектор  $c = a * b = (c_1, c_2, \dots, c_n)$  с координатами

$$c_i = a_i b_i, \quad i = 1, \dots, n.$$

Множество  $n$ -мерных векторов с операцией велярного умножения является коммутативной алгеброй, так как выполняются условия ([1, с. 513]

- 1)  $(a * b) * c = a * (b * c)$ ;
- 2)  $a(b + c) = a * b + a * c$ ;  $(a + b) * c = a * c + b * c$ ;
- 3)  $\alpha(a * b) = (\alpha a) * b = a * (\alpha b)$ ;
- 4) Существует единичный элемент  $e = (1, \dots, 1)$ :  $e * a = a * e = a$ ;
- 5) Нулевой элемент  $\bar{0} = (0, \dots, 0)$ .

Велярное умножение вектора на самого себя называется велярным квадратом.

### Велярное произведение матриц

**Определение 2.** Матрица  $C = (c_{ij})_{n \times m}$  называется велярным произведением матриц  $A = (a_{ij})_{n \times m}$  и  $B = (b_{ij})_{n \times m}$ , если  $c_{ij} = a_{ij} b_{ij}$ .

### Велярное произведение вектора и матрицы

Велярным произведением вектора  $a = (a_1, a_2, \dots, a_3)$  и матрицы

$$B = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{pmatrix}$$

называется матрица

$$C = a * B = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{pmatrix}.$$

### ЛИТЕРАТУРА

1. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. – М.: Наука, 1976. – 543 с.
2. Salagadze. Multidimensional vector product. Journal of physics (in press).
3. Робертсон А., Робертсон В. Топологические векторные пространства. – М.: Мир, 1967.
4. Kim A.V. i-Smooth analysis. Theory and Applications. – Wiley, 2015. – 356 p.

### БИОГРАФИЯ

Я, Ким Аркадий Владимирович, работаю в области математики и механики специализируюсь на прикладной математике и задачах управления. Работаю заведующим сектором Института математики и механики УрО РАН (Екатеринбург). Доктор физико-математических наук с 2001 года. Область моих научных интересов включает все прикладные аспекты математики.

### VALAR PRODUCT OF VECTORS

**A.V. Kim**

*Institute of mathematics and mechanics Russian Academy of Sciences (Ural Branch),  
avkim@imm.uran.ru*

In the report a valar product of vectors is introduced.

The classic scalar product of two vectors  $a = (a_1, a_2, \dots, a_n)$  and  $b = (b_1, b_2, \dots, b_n)$ , is the number  $C = (a_1 b_1 + a_2 b_2 + \dots + a_n b_n)$ .

In third and seven dimensional vector spaces [2] one can use the notion of the vector product of vectors

In the report we consider the coordinate-wise multiplication of vectors, that is the finite dimensional analog of multiplication linear functional on the Hamel basis [3] at topological vector spaces.

**Definition 1.** A valar product  $(*)$  of vectors  $a = (a_1, a_2, \dots, a_n)$  и  $b = (b_1, b_2, \dots, b_n)$  is the vector  $c = a * b = (c_1, c_2, \dots, c_n)$  with coordinates  $c_i = a_i b_i, i = 1, \dots, n$ .

The set of  $n$ -dimensional vectors with the operation of valar product is the commutative algebra because the following conditions are fulfilled [1, с. 513].

- 1)  $(a * b) * c = a * (b * c)$ ;
- 2)  $a(b + c) = a * b + a * c$ ;  $(a + b) * c = a * c + b * c$ ;
- 3)  $\alpha(a * b) = (\alpha a) * b = a * (\alpha b)$ ;
- 4) Существует единичный элемент  $e = (1, \dots, 1)$ :  $e * a = a * e = a$ ;
- 5) Нулевой элемент  $\bar{0} = (0, \dots, 0)$  /

The valar product of a vector by itself is called the valar square.

#### Велярное произведение матриц

**Definition 2.** Матрица  $C = (c_{ij})_{n \times m}$  называется велярным произведением матриц  $A = (a_{ij})_{n \times m}$  и  $B = (b_{ij})_{n \times m}$ , если  $c_{ij} = a_{ij} b_{ij}$ .

#### REFERENCES

1. Kolmogorov A.N., Fomin S.V. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Elements of theory of functions and the functional analysis. – М.: Nauka, 1976. – 543 p.
2. Salagadze. Multidimensional vector product. Journal of physics (in press).
3. Kim A.V. i-Smooth analysis. Theory and Applications. – Wiley, 2015. – 356 p.

#### BIOGRAPHY

I work in the field of Mathematics focusing on the processes in applied mathematics I'm with (Institute of Mathematics and Mechanics of the Russian Academy of Sciences (Ural Branch) since 1980. My position is the head of the research group I received my PhD degree in (Ural State University), (Sverdlovsk), (Russia) in 1987; and Dr. Sci. degree (Institute of Mathematics and Mechanics of the Russian Academy of Sciences (Ural Branch) in 2001. My research interests include all aspects of applied mathematics and control processes.

## АЛГЕБРАЧЕСКИЙ МЕТОД СИНТЕЗА АСТАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Д.П. Ким

*Московский технологический университет (МИРЭА)  
г. Москва drkim@yandex.ru*

Статья посвящена алгебраическому методу синтеза непрерывных систем управления. Метод основан на построении по заданным требованиям к качеству синтезируемой системе управления желаемой передаточной функции.

### Введение

Основным и широко известным методом синтеза непрерывных систем автоматического управления по заданным прямым показателям качества (время регулирования, перерегулирование и др.) является частотный метод. Алгебраический метод, основанный на использовании желаемой функции (ЖПФ) начали использовать не так давно.

Определение желаемой передаточной функции основано на использовании нормированной передаточной функции (НПФ). Нормированной передаточной функцией или передаточной функцией в форме Вишнеградского называется передаточная функция, в которой в знаменателе свободный член и коэффициент при старшей степени равны единице.

Пусть задана ненормированная передаточная функция

$$W(s) = \frac{b_0 s^m + b_1 s^{m-1} + \dots + b_m}{a_0 s^n + a_1 s^{n-1} + \dots + a_n}. \quad (1)$$

Чтобы ее преобразовать в НПФ, достаточно произвести замену переменных

$$q = \alpha s, \quad \alpha = \sqrt[n]{a_0 / a_n}.$$

Тогда получим

$$\tilde{\Phi}(q) = \frac{\tilde{b}_0 q^m + \tilde{b}_1 q^{m-1} + \dots + \tilde{b}_m}{q^n + \tilde{a}_1 q^{n-1} + \dots + \tilde{a}_{n-1} q + 1}. \quad (2)$$

Коэффициенты ненормированной передаточной функции (1) связаны с коэффициентами НПФ соотношениями

$$b_i = \alpha^{m-i} \tilde{b}_i, \quad i = 0, 1, \dots, m; \quad (3a)$$

$$a_0 = \alpha^n, \quad a_n = 1, \quad a_k = \alpha^{n-k} \tilde{a}_k, \quad k=1, 2, \dots, n-1. \quad (36)$$

Между свойствами систем с передаточными функциями (1) и (2) существует тесная связь: характер переходных процессов (монотонность, апериодичность, показатели качества в установившемся режиме и т.д., за исключением времени регулирования) системы с ненормированной передаточной функцией и системы с НПФ совпадают. А время регулирования  $t_p$  системы (1) и время регулирования  $\tau_p$  системы (2) отличаются и связаны соотношением

$$\alpha = t_p / \tau_p. \quad (4)$$

Поэтому если найдем НПФ, обладающую всеми заданными требованиями к синтезируемой системе (кроме требования к времени регулирования), и называемую желаемой НПФ, проделав обратное преобразование с коэффициентом преобразования  $\alpha$ , получим ЖПФ.

#### Определение передаточной функции регулятора

Известны различные типовые НПФ: *биномиальные, арифметические, геометрические*. НПФ называется *биномиальной*, если ее характеристический полином представляет бином Ньютона, *арифметическим и геометрическим*, если корни их характеристических полиномов образуют арифметическую и геометрическую прогрессии соответственно.

Приравняем передаточную функцию замкнутой системы относительно задающего воздействия  $g$  (см. рис. 1) желаемой передаточной функции  $W_{ж}$ :

$$W_{yg}(s) = \frac{W_p(s)W_0(s)}{1 + W_p(s)W_0(s)} = W_{ж}(s).$$

Положив передаточную функцию объекта  $W_0$  в виде

$$W_0 = \frac{P(s)}{R(s)}$$

и разрешив относительно передаточной функции регулятора  $W_p$ , получим

$$W_p(s) = \frac{R(s)}{P(s)} \frac{W_{ж}(s)}{1 - W_{ж}(s)}. \quad (5)$$

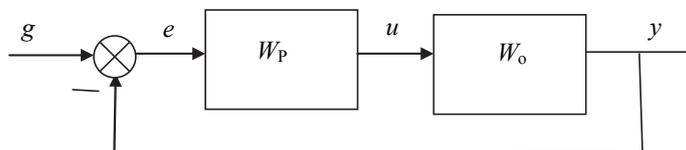


Рис. 1. Структурная схема

Факторизуем передаточную функцию объекта

$$W_o(s) = \frac{P(s)}{R(s)} = \frac{P^-(s)P^+(s)}{R^-(s)R^+(s)}. \quad (6)$$

Здесь  $P^-$ ,  $R^-$  – полиномы с левыми нулями;  $P^+$ ,  $R^+$  – полиномы с правыми нулями. Подставим выражение (6) в передаточную функцию регулятора (5):

$$W_p(s) = \frac{R^-(s)R^+(s)}{P^-(s)P^+(s)} \frac{W_{ж}}{1 - W_{ж}}. \quad (7)$$

Для того чтобы синтезированная система была грубой необходимо, чтобы правые полюса  $R^+(s)$  и нули  $P^+(s)$  передаточной функции объекта (6) не компенсировались соответственно правыми нулями  $R^+(s)$  и полюсами  $P^+(s)$  передаточной функции регулятора (7). А для этого последняя не должна содержать полиномы  $P^+(s)$  и  $R^+(s)$ . Это возможно, если в (7)  $W_{ж}(s)$  содержит множитель  $P^+(s)$ , а  $1 - W_{ж}(s)$  – множитель  $R^+(s)$ , т.е. если ЖПФ удовлетворяет условиям

$$W_{ж}(s) = \frac{P^+(s)M(s)}{G(s)}, \quad (8a)$$

$$1 - W_{ж}(s) = \frac{R^+(s)N(s)s^{r_p}}{G(s)}. \quad (8б)$$

Здесь  $M(s)$  и  $N(s)$  – пока неизвестные полиномы,  $G(s)$  – знаменатель ЖПФ. В (8б) множитель  $s^{r_p}$  в правой части вводится для обеспечения требуемого порядка астатизма регулятора. Если объект обладает астатизмом  $r_o$ , то синтезируемая систем будет обладать *астатизмом* относительно задающего воздействия:  $r = r_p + r_o$ .

**Полиномиальное уравнение**

Подставив (8) в (7), получим

$$W_p(s) = \frac{R^-(s) M(s)}{P^-(s) N(s) s^{r_p}}. \quad (9)$$

Исключив  $W_{ж}(s)$  из (8), найдем *полиномиальное уравнение*

$$P^+(s)M(s) + R^+(s)N(s)s^{r_p} = G(s). \quad (10)$$

Коэффициенты неизвестных полиномов  $M(s)$  и  $N(s)$  определяется из системы уравнений, которые получаются из уравнения (10) приравниванием коэффициентов при одинаковых степенях слева и справа. Для этого сначала определяют степени этих полиномов и записывают их с неопределенными коэффициентами и подставляют в полиномиальное уравнение (10). При этом необходимо обеспечить, чтобы регулятор был физически реализуем, синтезируемая система была грубой и полученная система была разрешимой.

*Условимся:* степень полиномов обозначать буквой  $n$  с индексом, обозначающим сам полином. Например,  $n_k$  будет обозначать степень полинома  $k(s)$ .

**Условие разрешимости.** (10). Число уравнений равно  $(n_G + 1)$ , а число неизвестных –  $(n_M + n_N + 2)$ . И чтобы система была разрешима, число уравнений  $n_G + 1$  не должно превышать числа неизвестных  $n_M + n_N + 2$ :

$$n_G \leq n_M + n_N + 1. \quad (11a)$$

**Условие физической осуществимости.** Относительная степень передаточной функции регулятора (9) будет неотрицательной, если

$$n_{R^-} + n_M \leq n_{P^-} + n_N + r_p. \quad (11б)$$

**Условие грубости.** В (8б) в левой части относительная степень равна нулю и поэтому в правой части относительная степень должна быть равна нулю

$$n_G = n_R + n_N + r_0. \quad (11в)$$

Решив систему (11), включающую условия разрешимости, физической осуществимости и грубости, относительно порядка ЖПФ  $n_G$ , получим

$$n_G - n_R \geq n_{R^+} + r_p - n_{P^-} - 1. \quad (14)$$

Отсюда находим порядки желаемой НПФ и желаемой передаточной функции. Они естественно совпадают. После этого по заданным показателям качества выбираем нужный тип желаемой НПФ. При этом находим только знаменатель желаемой НПФ. Числитель желаемой НПФ, если синтезируется астатическая система  $r$ -го порядка и объект не содержит правых полюсов и нулей, равен сумме  $r$  последних слагаемых характеристического полинома (т.е. ее знаменателя). Последнее следует из следующего утверждения.

**Утверждение.** *Если передаточная функция объекта не содержит правых нулей и полюсов и синтезируемая система обладает астатизмом  $r$ -го порядка, то числитель ЖПФ и желаемой НПФ совпадает суммой  $r$  последних слагаемых знаменателя [1,2]*

Если синтезируемая система обладает астатизмом первого порядка, то переходный процесс получается монотонным, если в качестве типового НПФ выбрать биномиальную НПФ.

Если система обладает астатизмом второго порядка и выше, то перерегулирование получается большим. Оно тем больше, чем выше порядок астатизма и выше порядок синтезируемой системы. В этом случае перерегулирование получается меньшим, если в качестве типовой выбрать геометрическую или арифметическую НПФ. Если при построении характеристического полинома в качестве его корней принимается возрастающая геометрическая прогрессия, то ее первый член будет степенью устойчивости. И чем меньше степень устойчивости, тем меньше перерегулирование. Поэтому, имея таблицы или графики зависимости перерегулирования от степени устойчивости геометрической НПФ, путем выбора первого члена характеристического полинома можно обеспечить заданное перерегулирование.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ким Д.П. Алгебраические методы синтеза систем автоматического управления. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. – 164 с.
2. Ким Д.П. Алгебраический метод синтеза систем линейных непрерывных систем управления. // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2011. – № 1. – С. 9–15.

#### БИОГРАФИЯ

Я, Ким Дмитрий Петрович, работаю в области управления техническими объектами и специализируюсь на оптимальном и стохастическом управлении.

Работаю профессором кафедры «ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ» Московского технологического университета (МИРЭА) г. Москва.

Доктор технических наук с 1982 года.

## ALGEBRAIC METHOD FOR SYNTHESIS OF ASTATIC CONTROL SYSTEMS

D.P. Kim

*MIREA–Russian Technological University,  
dpkim@yandex.ru*

The talk is dedicated to the algebraic method for synthesis of astatic control systems. The method involves the construction of the desired transfer function (DTF) based on the normalized transfer function (NTF). An NTF is a transfer function whose denominator is a monic polynomial with unit free term.

One considers standard NTFs of the following types: *binomial, geometric, and arithmetic*. The denominator of a binomial NTF is a Newton binomial, and the roots of the denominator of a geometric or an arithmetic NTF form a geometric or an arithmetic progression, respectively.

Consider an unnormalized transfer function

$$W(s) = \frac{b_0 s^m + b_1 s^{m-1} + \dots + b_m}{a_0 s^n + a_1 s^{n-1} + \dots + a_n}. \quad (1)$$

To transform it into an NTF, it suffices to make the change of variables

$$q = \alpha s, \quad \alpha = \sqrt[n]{a_0 / a_n}.$$

Then we obtain

$$\tilde{W}(q) = \frac{\tilde{b}_0 q^m + \tilde{b}_1 q^{m-1} + \dots + \tilde{b}_m}{q^n + \tilde{a}_1 q^{n-1} + \dots + \tilde{a}_{n-1} q + 1}. \quad (2)$$

The coefficients of the unnormalized transfer function (1) are related to those of the NTF (2) by the formulas

$$b_i = \alpha^{m-i} \tilde{b}_i, \quad i = 0, 1, \dots, m; \quad (3a)$$

$$a_0 = \alpha^n, \quad a_n = 1, \quad a_k = \alpha^{n-k} \tilde{a}_k, \quad k = 1, 2, \dots, n-1. \quad (3b)$$

There is a close relationship between the performance characteristics of an NTF and of the unnormalized transfer function from which the NTF has been obtained. Namely, their performance characteristics (monotonicity, aperiodicity, performance characteristics in the steady-state mode, etc.), except for the control time, coincide. The control time  $t_p$  of the DTF system and the control time  $\tau_p$  of the NTF system are related by the formula  $\alpha = t_p / \tau_p$ . Hence one can take an NTF with the desired performance characteristics except

for the control time and obtain the DTF by the inverse transformation with the coefficient  $\alpha = t_p / \tau_p$ .

#### BIOGRAPHY

I work in the field of automatic control theory. I am with Moscow Institute for Radioelectronics and Automation (Technical University) since 1967. I am Professor of the Chair of control problems. I received my D.Sc. degree in Moscow, Soviet Union, in 1984. My research interests include optimal control and stochastic control.

#### ДИАГРАММЫ ВОРОНОГО В ЗАДАЧАХ КЛАСТЕРИЗАЦИИ

**П.А. Ким**

*Институт вычислительной математики и математической геофизики  
СО РАН, Новосибирск, kim@ooi.sccc.ru*

Предлагаются формальные средства описания механизмов «естественной» кластеризации [1], основанные на известных географических понятиях речной бассейн, площадь водосбора, водораздел. Основу формализации составляют разработанные в математике диаграммы Вороного. Естественная кластеризация разрабатывалась для масштабируемой модели рельефа, допускающей расширение в четырехмерное пространство, и тем самым кластеризация не ограничивается только двумя параметрами, но может быть продолжена и в многомерные пространства. И если обычно для кластеризации используются статистические методы, то для предложенной модели на первый план выдвигаются методы математического анализа для выделения границ водоразделов. Работа выполнена частично при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 16-07-00066) и Базового проекта ФАНО (проект № 0315-2016-0003).

Понятие кластера используется в разных отраслях науки как специфический разделяющий инструмент, что порождает множество алгоритмов кластеризации, отвечающих требуемым целям конкретных исследований. Поскольку все методы кластеризации опираются на исходную «гипотезу компактности» в пространстве объектов, следовательно все близкие в этом фазовом пространстве объекты исследуемой совокупности должны относиться к одному кластеру, а все различные объекты соответственно должны находиться в различных кластерах. Подход к кластерному анализу, основанный на методе «геометрической кластеризации» относится к числу задач, содержащих в себе «внутренне присущие» свойства классификации в их фазовом пространстве признаков [2]. И, если рассматривать «опрокинутую» поверхность, то логично к кластерам относить «озерные бассейны» для определенного выбираемого

уровня высоты поверхности «озера». Границы перевернутых кластеров проходят по «водоразделам». Выбирая разные уровни поверхности «озер» возможно получать не только различное количество кластеров, но и различные их распределения в фазовом пространстве, сохраняя при этом топологическую связность объектов одного кластера. Принципиально новым в подходе, который мы называем «естественной кластеризацией», является возможность его распространения на четырехмерное фазовое пространство признаков [3].

Разрабатываемая в лаборатории «естественная кластеризация» в отличие от чисто статистических подходов ориентируется на геометрические свойства кластеризуемых объектов. Ключевым фактором классификации определяется свойство «водораздела», имеющего понятийные корни в географии. О нетривиальности подхода говорит уже тот факт, что наличие локальных высот на рельефе может не характеризоваться свойством делимости, тогда как наличие локальных минимумов такими свойствами обладает.

Диаграмма Вороного конечного множества точек  $S$  на плоскости представляет такое разбиение плоскости, при котором каждая область этого разбиения образует множество точек, более близких к одному из элементов множества  $S$ , чем к любому другому элементу множества (рис. 1). Естественные кластеры (рис. 2 в центре), образующиеся на поверхности рельефа сохраняют свою топологическую структуру, индуцированную соответствующей диаграммой Вороного для точек соответствующих локальным минимумам высот рельефа.

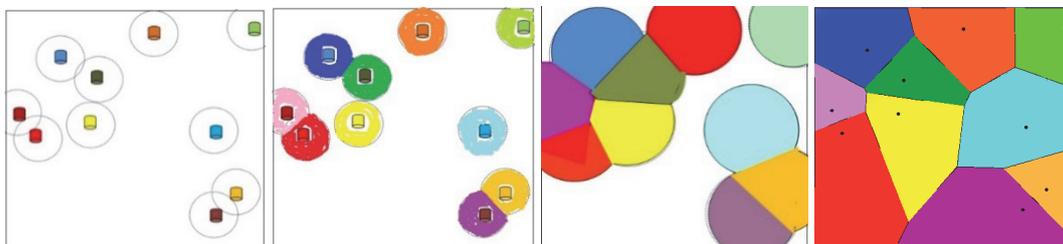


Рис. 1. Схема формирования диаграммы Вороного

Разработан алгоритм вычленения линий «водоразделов» на базе полигонов Вороного, разбивающих пространство множества точек локальных минимумов высот рельефа. Были сформулированы утверждения о существовании фрагментов линий «водораздела» между локальными минимумами высот. Интересные математические постановки возникают в связи с возможностью рассматривать в качестве представителей кластеров – точки локальных минимумов т.е. объекты порождающие площадные «озера», площадные границы которых несколько размывает нечеткий фронт «водоразделения» (рис. 2 слева), что порождает разные вариативные возможности толкования разделения кластеров, в частности, и путем привлечения механизмов использования нечетких множеств.

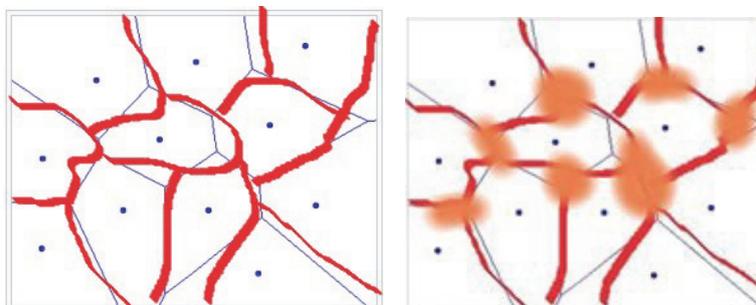


Рис. 2. Схемы разбиения поверхности диаграммами Вороного и соответствующие географические кластеры.

Возрастание интереса к естественной кластеризации, связывается в первую очередь с переносом наработанных результатов на пространства большей размерности. Важным индикатором этого вновь формирующегося технологического тренда, следует отметить патент США. Yao, 31.01.2017, United States Patent 9554776 «Способ выделения области интереса с использованием 3D/4D аппаратуры визуализации», в котором представлено устройство, создающее виртуальный четырехмерный объект. устройство, создающее виртуальный четырехмерный объект. Вторым примером, является виртуальный учебник 4D-Анатомия – это облачный, интерактивный, ресурс для моделирования рассечения и современная образовательная платформа. Создатели программы создали мощный интерактивный ресурс по анатомии человека. Вы получаете не просто изображение, но можете вращать его и даже увидеть, как бьётся сердце (<http://didaktor.ru/dobavte-v-kopilku-programmy-po-4d-anatomii-uchitelyu-na-zametku/#more-6067>).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ким П.А. Федоровых О.П. О методе естественной кластеризации в задачах оптимизации межбюджетных трансфертов. // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013.IX Международный научный конгресс, Международная научная конференция <Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология>: сб. материалов в 2 т., т. 1. – Новосибирск: СГГА, 2013. – 219 с.: стр. 168–171.
2. Кластерный анализ [Electronic resource] URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/ Кластерный\\_анализ](https://ru.wikipedia.org/wiki/Кластерный_анализ) (the date of the reference search: 19.03.2018).
3. Ким П.А. 4D моделирование. // Материалы XVII Международная конференция по науке и технологиям Россия-Корея-СНГ. Южно-Сахалинск, 15–17 июня 2017. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017. – 450 с. стр. 225–228.

#### БИОГРАФИЯ

Я работаю в области Информационных технологий и специализируюсь на обработке изображений. Работаю снс ИВМиМГ СО РАН г.Новосибирск. Кандидат физико-математических наук с 1989 года. Область моих научных интересов включает

ГИС- и WEB-технологии, системное программирование и схмотехника. Преподаю информационные и математические дисциплины в Новосибирском государственном педагогическом университете.

## VORONOI-DIAGRAMS IN THE CLUSTERING PROBLEMS

P.A. Kim

*Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics  
of SB RAS, Novosibirsk, kim@oii.sccc.ru*

Formal means of describing the mechanisms of "natural" clustering [1] are proposed, based on known geographical concepts river basin, catchment area, watershed. The basis of formalization is the Voronoi diagrams developed in mathematics. Natural clustering was developed for a scalable terrain model that allows expansion into four-dimensional space, and thus clustering is not limited to only two parameters, but can be extended to multidimensional spaces. So, if statistical methods are usually used for clustering, then for the proposed model, methods of mathematical analysis are proposed to highlight the boundaries of watersheds. This work was partially implemented with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research (project No. 16-07-00066) and the Basic Project of the FASO (project No. 0315-2016-0003).

The approach to cluster analysis based on the method of "geometric clusterization" refers to the number of problems that contain "inherent" properties of classification in their phase space of characteristics [2]. And, if we consider the "overturned" surface, then it is logical to refer to the clusters "lake basins" for a certain selectable level of the surface height of the "lake". The boundaries of the inverted clusters pass through the "watershed". Choosing different levels of the surface of the "lakes" it is possible to obtain not only a different number of clusters, but also their various distributions in the phase space, while preserving the topological connectivity of the objects of the same cluster. A fundamentally new approach, which we call "natural clustering," is the possibility of its propagation to the four-dimensional phase space of features [3].

The "natural clusterization" developed in the laboratory, unlike purely statistical approaches, is oriented toward the geometric properties of clustered objects. A key factor in the classification is the property of the "watershed", which has conceptual roots in geography. The non-triviality of the approach is indicated by the fact that the presence of local heights on the relief may not be characterized by the property of separability, whereas the presence of local minima has such properties.

The Voronoi diagram of a finite set of points  $S$  on the plane represents a partition of the plane under which each region of this partition forms a set of points closer to one of the elements of the set  $S$  than to any other element of the set. The natural clusters formed on the surface of the relief retain their topological structure, induced by the corresponding Voronoi diagram for points corresponding to local minima of relief heights.

## REFERENCE

1. Ким П.А. Федоровых О.П. О методе естественной кластеризации в задачах оптимизации межбюджетных трансфертов. // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013.IX Международный научный конгресс, Международная научная конференция <Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология>: сб. материалов в 2 т., т. 1. – Новосибирск: СГГА, 2013. – 219 с.: стр. 168–171.
2. Кластерный анализ [Electronic resource] URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/ Кластерный\\_анализ](https://ru.wikipedia.org/wiki/Кластерный_анализ) (the date of the reference search: 19.03.2018).
3. P.A.Kim 4D modeling // XVII International conference on science and technology Russia-Korea-CIS. Yuzhno-Sakhalinsk, June 15–17, 2017. – Novosibirsk: NSTU Publisher, 2017. – 450 pp. p. 229–231.

## BIOGRAPHY

I work in the field of IT focusing on the Image processing. I'm senior researcher with *ICMMG of SB RAS Novosibirsk* since 1971. My position is professor of department Novosibirsk State Pedagogical University. I received my PhD degree in Russia, in 1989. My research interests include digital image processing, GIS- and WEB- technologies, software programming and scheme technique

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ СМЕШАННОГО ТИПА ВЫСОКОГО ПОРЯДКА

**Р.Е. Ким**

*Алматинский университет энергетики и связи (АУЭС), Алматы,  
rkim@mail.ru*

В данной работе рассмотрена краевая задача для одного неклассического нелинейного уравнения смешанного типа высокого порядка в цилиндрической области. При некоторых ограничениях на коэффициенты уравнения получена априорная оценка. Доказана обобщенная разрешимость рассматриваемой задачи.

Пусть  $G$  – ограниченная односвязная область в пространстве  $R_x^n$  точек  $x = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  с достаточно гладкой границей  $\sigma$ .

Положим  $D = G \times (-1, 1)$ ,  $S = \sigma \times (-1, 1)$ ,  $\Gamma = \partial D$ .

В области  $D \subset R^{n+1}$  рассмотрим дифференциальное уравнение порядка  $2k$ :

$$Lu \equiv (-1)^k L_{\Delta} u + \sum_{i=0}^{k-2} (-1)^i \sum_{|\alpha|=i} D_x^{\alpha} \left( |D_x^{\alpha} u_t|^{p_i} D_x^{\alpha} u_t \right) = f(x, t), \quad (1)$$

где

$$L_{\Lambda} u = K(t) D_t^{2k} u + \Delta_x^k u + \alpha(x, t) D_t^{2k-1} u + \sum_{i=1}^{2k-2} a_i(x, t) D_t^i u + c(t) u,$$

$k \geq 1$  – целое число,  $\rho_i > 0$ ,  $i = \overline{0, (k-2)}$ ,

$K(t), \alpha(x, t), a_1(x, t), \dots, a_{2k-2}(x, t), c(t)$  – достаточно гладкие функции.

Обозначим через  $n = (n_1, n_2, \dots, n_n, n_{n+1})$  вектор внутренней нормали.

#### КРАЕВАЯ ЗАДАЧА

Найти решение уравнения (1) в области  $D$ , удовлетворяющее следующим условиям:

$$\begin{aligned} u(x, -1) &= 0, \\ D_t^i u(x, \pm 1) &= 0, \quad i = \overline{1, (k-1)}, \\ \left. \frac{\partial^j u}{\partial n^j} \right|_S &= 0, \quad j = \overline{0, (k-1)}. \end{aligned} \quad (2)$$

Исследование данной задачи (1) – (2) проводится методом « $\varepsilon$ -регуляризации».

В качестве « $\varepsilon$ -регуляризованного» уравнения рассматривается следующее уравнение:

$$L_{\varepsilon} u_{\varepsilon} \equiv (-1)^k L_{\Lambda} u_{\varepsilon} + \sum_{i=0}^{k-2} (-1)^i \sum_{|\alpha|=i} D_x^{\alpha} \left( \left( |D_x^{\alpha} u_{\varepsilon t}|^{\rho_i} + \varepsilon \right) D_x^{\alpha} u_{\varepsilon t} \right) = f(x, t),$$

разрешимость которого исследуется итерационным методом:

$$(-1)^k L_{\Lambda} u_{\varepsilon, l} + \sum_{i=0}^{k-2} (-1)^i \sum_{|\alpha|=i} D_x^{\alpha} \left( \left( |D_x^{\alpha} u'_{\varepsilon, l-1}|^{\rho_i} + \varepsilon \right) D_x^{\alpha} u'_{\varepsilon, l} \right) = f(x, t),$$

(где  $u'_{\varepsilon, l} = \frac{\partial}{\partial t} u_{\varepsilon, l}$ ) с произвольным начальным приближением, удовлетворяющим условию (2).

В данной работе при некоторых условиях на коэффициенты уравнения (1) получена априорная оценка и доказана обобщенная разрешимость рассматриваемой задачи.

Обозначим через  $C_L$  класс  $2k$  раз непрерывно дифференцируемых функций в  $\overline{D}$ , удовлетворяющих условиям (2), а через  $H_L$  – весовое пространство С.Л.Соболева, полученное замыканием класса  $C_L$  по норме

$$\|u\|_{H_L}^2 = \int_D \left[ (D_t^k u)^2 + (D_x^k u)^2 + \sum_{i=0}^{k-2} \sum_{|\beta|=i} (D_x^\beta u_t)^2 + u^2 \right] dD,$$

где

$$D_x^\beta = \frac{\partial^{|\beta|}}{\partial x_1^{\beta_1} \dots \partial x_n^{\beta_n}}, \quad \beta = \{\beta_1, \dots, \beta_n\}, \quad |\beta| = \sum_{i=1}^n \beta_i.$$

ЛЕММА

Пусть в области  $D$  выполнены следующие условия:

$$(2k-1)K_t - 2\alpha \geq \delta_1 > 0,$$

$$K(-1) \geq 0, \quad K(1) \leq 0,$$

$$(-1)^k c(1) \geq 0, \quad (-1)^{k+1} c_t > M_c \quad (3)$$

(при достаточно большой константе  $M_c > 0$ ).

Тогда имеет место неравенство:

$$(Lu, e^{\lambda_0 t} u_t) \geq m \left[ \|D_t^k u\|_0^2 + \|D_x^k u\|_0^2 + \|u\|_0^2 + \sum_{i=0}^{k-2} \sum_{|\beta|=i} \|D_x^\beta u_t\|_0^2 \right], \quad (4)$$

$\forall u \in C_L$ ,  $m > 0$ , при достаточно малом  $\lambda_0 < 0$ .

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО неравенства (4) проводится интегрированием по частям выражения  $(Lu, e^{\lambda_0 t} u_t)$  с учетом условий (2) и (3).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ. Обобщенным решением задачи (1) – (2) из пространства  $H_L$  назовем функцию  $u \in H_L$ , удовлетворяющую условиям (2) и интегральному тождеству:

$$\begin{aligned} & (-1)^k \left[ \int_D (-1)^k D_t^k u D_t^k [K\varphi] dD + \int_D (-1)^k \sum_{|\beta|=k} D_x^\beta u D_x^\beta \varphi dD + \int_D (-1)^{k-1} D_t^k u D_t^{k-1} [\alpha\varphi] dD + \right. \\ & \left. + \int_D (-1)^k \sum_{i=k+1}^{2k-2} D_t^{i-k+2} u D_t^{k-2} [a_i \varphi] dD + \int_D \sum_{i=1}^k a_i D_t^i u \varphi dD + \int_D c u \varphi dD \right] + \end{aligned}$$

$$+ \int_D \sum_{i=0}^{k-2} \sum_{|\beta|=i} K_i(x,t) D_x^\beta u_i D_x^\beta \varphi dD = \int_D f \varphi dD,$$

$$\forall \varphi \in W_2^0(D): \quad D_t^l \varphi, D_x^\beta \varphi \in L_2(D), \quad \|\beta\| = l \leq k-1,$$

$$D_t^l \varphi \Big|_{t=\pm 1} = D_x^\beta \varphi \Big|_{\sigma} = 0, \quad \|\beta\| = l \leq k-1.$$

### ТЕОРЕМА

Пусть выполнены условия леммы. Тогда для любой функции  $f \in L_2(D)$  существует обобщенное решение задачи (1) – (2) из пространства  $H_L$  и для него справедлива следующая оценка:

$$\|u\|_{H_L}^2 \leq m \|f\|_0^2, \quad m > 0.$$

### ЛИТЕРАТУРА

1. Лионс Ж.Л. Некоторые методы решения нелинейных краевых задач. – УРСС, 2010. – 586 стр.
2. Врагов В.Н. Краевые задачи для неклассических уравнений математической физики. – Новосибирск: НГУ, 1983. – 84 с.
3. Ким Р.Е. О нелокальной задаче для уравнения смешанного типа высокого порядка // Алгебра и математический анализ. Межвузовский сборник научных трудов. – Новосибирск, 1990. – С. 126–129.
4. Ким Р.Е. Краевая задача для одного неклассического нелинейного уравнения высокого порядка // Международный журнал «Сотрудничество». – 1997. – № 5. – С. 65–67.

### БИОГРАФИЯ

Я, Ким Регина Евгеньевна, работаю в области уравнений математической физики и специализируюсь на неклассических уравнениях высокого порядка. Работаю доцентом кафедры Математики и математического моделирования Алматинского университета энергетики и связи (АУЭС), г. Алматы.

Кандидат физ.-мат. наук с 1995 года. Область моих научных интересов включает исследование задач для уравнений смешанного типа высокого порядка.

Являюсь членом корейского научно-технического общества Казахстана «КАХАК».

**INVESTIGATION OF ONE PROBLEM FOR HIGH ORDER EQUATION OF MIXED TYPE**

**R.E. Kim**

*Almaty University of Power Engineering & Telecommunications (AUPET), Almaty, rkim@mail.ru*

A boundary-value problem for a nonclassical nonlinear high-order equation of mixed type in cylindrical domain is considered at present work. Apriori estimation is obtained with some restrictions on the coefficients of equation. The generalized solvability of the problem is proved.

Let  $G$  be a bounded simply connected region in the space  $R_x^n$  of points  $x = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  with sufficiently smooth boundary  $\sigma$ .

Let us suppose that  $D = G \times (-1, 1)$ ,  $S = \sigma \times (-1, 1)$ ,  $\Gamma = \partial D$ .

In the domain  $D \subset R^{n+1}$  we consider  $2k$ -order differential equation:

$$Lu \equiv (-1)^k L_\Lambda u + \sum_{i=0}^{k-2} (-1)^i \sum_{|\alpha|=i} D_x^\alpha \left( |D_x^\alpha u_t|^{\rho_i} D_x^\alpha u_t \right) = f(x, t), \quad (1)$$

where

$$L_\Lambda u = K(t) D_t^{2k} u + \Delta_x^k u + \alpha(x, t) D_t^{2k-1} u + \sum_{i=1}^{2k-2} a_i(x, t) D_t^i u + c(t)u,$$

$k \geq 1$  is integer,  $\rho_i > 0$ ,  $i = \overline{0, (k-2)}$ ,

$K(t), \alpha(x, t), a_1(x, t), \dots, a_{2k-2}(x, t), c(t)$  are sufficiently smooth functions.

We denote by  $n = (n_1, n_2, \dots, n_n, n_{n+1})$  the interior normal vector.

**BOUNDARY VALUE PROBLEM.** Find the solution of the equation (1) in the domain  $D$ , such that

$$u(x, -1) = 0,$$

$$D_t^i u(x, \pm 1) = 0, \quad i = \overline{1, (k-1)},$$

$$\left. \frac{\partial^j u}{\partial n^j} \right|_S = 0, \quad j = \overline{0, (k-1)}. \quad (2)$$

The investigation of this problem (1) – (2) is carried out by the " $\varepsilon$ -regularization" method.

A priori estimation is obtained with some restrictions on the coefficients of equation and the generalized solvability of the problem is proved at present work.

#### REFERENCES

1. Lions J.L. Some methods for solving nonlinear boundary value problems. – URSS, 2010. – 586 p.
2. Vragov V.N. Boundary value problems for nonclassical equations of mathematical physics. – Novosibirsk: NSU, 1983. – 84 p.
3. Kim R.E. On a nonlocal problem for a high-order equation of mixed type // Algebra and mathematical analysis. Interuniversity collection of scientific works. – Novosibirsk, 1990. – P. 126–129.
4. Kim R.E. A boundary value problem for a nonclassical nonlinear high-order equation // International Journal "Cooperation". – 1997. – № 5. – P. 65–67.

#### BIOGRAPHY

I work in the field of equations of mathematical physics and specialize in nonclassical high-order equations of mixed type. I work at the Almaty University of Power Engineering & Telecommunications (AUPET), Almaty. My position is associate professor of the Department of Mathematics and Mathematical Modeling.

I'm a Ph.D. of Physical and Mathematical Sciences. I received my Ph.D. degree in Almaty, Kazakhstan in 1995. My research interests include investigation of problems for high order equations of mixed type.

I am a member of the Korean scientific and technical society of Kazakhstan "КАНАК".

#### МОЛЕКУЛЯРНАЯ ИНФОРМАТИКА: НОВЫЕ ПОДХОДЫ К МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОПИСАНИЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Г.А. Мун<sup>1,3</sup>, И.Э. Сулейменов<sup>2,3</sup>, Д.Б. Шалтыкова<sup>2</sup>, А.С. Бакиров<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан,  
tungrig@yandex.kz*

<sup>2</sup>*Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Казахстан,  
esenych@yandex.ru, axatmr@mail.ru*

<sup>3</sup>*Национальная инженерная академия Республики Казахстан, Алматы, Казахстан*

В данной работе проведен анализ теории нейронных сетей. Показано, что нейронная сеть может находиться в нескольких устойчивых состояниях. Переход между такими состояниями может быть искусственно стимулирован. Таким образом возникает возможность и обеспечить запись информации в нейронную сеть за счет последовательности макроскопических сигналов.

Проведен детальный анализ существующих теорий нейронных сетей с точки зрения возможности их использования и совершенствования для разработки нейросетевой теории взаимодействия макромолекулярных систем и создания молекулярной информатики [1].

Отправной точкой такого анализа является тезис о том, что операциональная основа молекулярной информатики должна идеологически совпадать с операциональной основой систем искусственного интеллекта. Целесообразность именно такого подхода определяется соображениями самого общего характера. Во-первых, в соответствии со стратегическими задачами, определенными в Послании Президента РК от 10 января 2018 года в контексте становления цифровой эпохи и четвертой технологической революции, следует изначально ориентироваться на цифровизацию любых перспективных разработок. Во-вторых, тот факт, что основой систем молекулярной информатики становятся нейронные сети, реализуемые на основе макромолекулярных объектов [1], предполагает, что должен существовать не просто способ записи информации в такого рода системы, в них должны формироваться информационные сущности, обладающие относительной самостоятельностью по отношению к носителю информации.

Классическим примером такой информационной сущности является сознание человека, отдельные способности которого на небиологической основе и призваны реализовать системы искусственного интеллекта. Данная сущность действительно обладает относительной самостоятельностью: возникая за счет обмена сигналами между сравнительно простыми элементами (нервными клетками головного мозга), она является результатом перехода из количества в качество, который, в том числе, приводит к тому, что сознание обладает собственным нетривиальным поведением, которое не может быть сведено к свойствам отдельных элементов базовой системы.

Ориентация на создание систем, в которых могут развиваться нетривиальные информационные сущности, аналогичные по природе человеческому сознанию (в части относительной обособленности от носителя информации), при разработке систем молекулярной информатики оправдана, в свою очередь, в силу следующих соображений. Прямое воздействие на объекты молекулярного и супрамолекулярного уровня крайне затруднено в силу их размеров, кроме того оно существенно осложняется фактором теплового движения [2]. Следовательно, предпочтительным является иной подход, основанный на непрямой записи информации и непрямом получении структур, обеспечивающих фиксацию информации, ее последующую обработку и исполнение программ на наноуровне организации материи.

Наиболее перспективным инструментом для реализации такого непрямого подхода являются контролируемые процессы самоорганизации [3], инициация которых осуществляется при помощи макроскопических воздействий. Отдаленной аналогией, которой можно воспользоваться для пояснения сущности такого подхода, является законодательное управление процессами в человеческом обществе: макроскопические воздействия определяют некоторые рамочные ограничения, характер которых, в свою очередь, определяют характер процессов искусственно стимулируемой эволюции.

Протекание процессов эволюции в растворах гидрофильных полимеров становится возможным, в силу того, что в них сравнительно простыми средствами могут быть реализованы аналоги нейронных сетей; более того, частично диссоциирующие полиэлектролитные макромолекулы являются прямыми аналогами нейронных сетей Хопфилда в силу присущих им физико-химических свойств [4].

Нейронная сеть представляет собой систему, которая может находиться в нескольких устойчивых состояниях (точнее, число таких состояний определяется числом нейронов в сети и может быть сделано достаточно большим). Переход между такими состояниями может быть стимулирован, в том числе воздействием на все входы сети одновременно. Применительно к нейронным сетям, реализованным на уровне макромолекул, подача сигнала на все ее входы одновременно, очевидно, соответствует макроскопическому воздействию. Соответственно возникает возможность и обеспечить запись информации в нейронную сеть за счет последовательности макроскопических сигналов. Аналогичная последовательность воздействий обеспечивает исполнение заданной программы, т.е. именно макромолекулярные нейронные сети являются наиболее очевидной основой для реализации систем молекулярного программирования.

Реализация предлагаемого подхода, в свою очередь, требует более глубокого понимания функционирования нейронных сетей, чем это имеет место сейчас (современное состояние дел в этой области часто выражается тезисом о «логической непрозрачности» нейронных сетей, обучение которых де-факто есть не что иное, как результат компьютерных экспериментов).

Преодолеть такое положение дел, как показано в данной работе, можно за счет проведения аналогии между нейронными сетями и кодами с исправлением ошибки, которые широко используются в современных телекоммуникационных системах (наиболее известными из них являются коды Хемминга). Назначением таких кодов является восстановление исходной последовательности логических символов в том случае, когда один или несколько из них оказывается измененным при передаче. Ранее на это обстоятельство не обращалось должного внимания, но нейронные сети при распознавании образа де-факто реализуют именно такую операцию: исходный образ восстанавливается на выходах нейронной сети и тогда, когда совокупность логических переменных, поступающих на ее входы и составляющих в совокупности анализируемый образ, содержит ошибки. Эта аналогия позволяет сформулировать и доказать ряд теорем, позволяющих снять тезис о логической непрозрачности нейронных сетей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сулейменов И., Панченко С., Ермаулетова М. Молекулярное программирование: аналогия с радиотехническими системами // Известия НТО «КАХАК». – 2015. – 4(51). – С. 77–84.
2. Мун Г.А., Сулейменов И.Э., Зезин А.Б., Абилов Ж.А., Джумадилов Т.К., Измаилов А.М., Хуторянский В.В. Комплексообразование с участием полиэлектролитов: Теория и перспективы использования в наноэлектронике / Библиотека нанотехнологии. Выпуск 2. Алматы – Москва-Торонто – Реддинг: Изд-во LEM, 2009. – 256 с.

3. Процессы искусственной эволюции в растворах взаимодействующих полимеров: аналогии с развитием социально-экономических систем / М. Калимолдаев, И. Сулейменов, С. Панченко, О. Габриелян, З. Седлакова, И. Пак, П. Обухова // Доклады НАН РК. – 2015. – No 6. – С. 26—32.

4. Suleimenov I., Panchenko S. Non-Darwinists scenarios of evolution of complicated systems and natural neural networks based on partly dissociated macromolecules // World Applied Sciences Journal. – 2013. – Vol. 24, no. 9.

### БИОГРАФИЯ

Я, Бакиров Ахат Серікұлы, являюсь докторантом Алматинского университета энергетики и связи, Алматы, Казахстан по специальности «Радиотехника, электроника и телекоммуникации». Магистр технических наук с 2015 года. Область моих научных интересов включает: информационная война, прикладная теория нейронных сетей, теория искусственного интеллекта.

### MOLECULAR INFORMATICS: NEW APPROACHES TO THE MATHEMATICAL DESCRIPTION OF NEURAL NETWORKS

G.A. Mun<sup>1,3</sup>, I.E. Suleimenov<sup>2,3</sup>, D.B. Shaltykova<sup>2</sup>, A.S. Bakirov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,  
mungrig@yandex.kz*

<sup>2</sup>*Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan,  
esenych@yandex.ru*

<sup>3</sup>*National Engineering Academy of Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan*

A detailed analysis of the existing theories of neural networks from the point of view of the possibility of their use and improvement for the development of a neural network theory of interaction of macromolecular systems and the creation of molecular computer science was carried out [1].

The urgency of such an approach is determined by the fact that direct influence on objects of the molecular and supramolecular level is extremely difficult because of their size, in addition, it is significantly complicated by the factor of thermal motion [2]. Consequently, a different approach is preferred based on indirect information recording and indirect obtaining of structures ensuring the fixation of information, its subsequent processing and execution of programs at the nanoscale organization of matter. The most promising tool for implementing such an indirect approach is controlled self-organization processes [3], initiated by macroscopic actions.

The realization of processes of controlled evolution in solutions of hydrophilic polymers becomes possible, because analogues of neural networks can be realized in them; Moreover, partially dissociating polyelectrolyte macromolecules are direct analogs of Hopfield's neural

networks due to their inherent physicochemical properties [4]. A neural network is a system that can be in several stable states (more precisely, the number of such states is determined by the number of neurons in the network and can be made sufficiently large). The transition between such states can be stimulated, including by affecting all inputs of the network simultaneously. With respect to neural networks realized at the level of macromolecules, the signal delivery to all its inputs simultaneously, obviously, corresponds to macroscopic action. Accordingly, it is possible to provide information to the neural network by means of a sequence of macroscopic signals. A similar sequence of influences ensures the execution of a given program, i.e. namely macromolecular neural networks are the most obvious basis for the implementation of molecular programming systems.

The implementation of the proposed approach, in turn, requires a deeper understanding of the functioning of neural networks than it is now (the current state of affairs in this area is often expressed by the thesis about the "logical opacity" of neural networks whose training de facto is nothing like result of computer experiments).

To overcome this state of affairs, as shown in this paper, it is possible due to the analogy between neural networks and error correction codes that are widely used in modern telecommunication systems (the most famous of which are Hamming codes). The purpose of such codes is to restore the original sequence of logical symbols in the event that one or more of them is changed during transmission. Previously, this circumstance was not paid due attention, but neural networks in recognizing the de facto image realize exactly such an operation: the original image is restored at the outputs of the neural network and when the set of logical variables arriving at its inputs and making up the analyzed image contains errors. This analogy allows us to formulate and prove a number of theorems that make it possible to remove the thesis about the logical opacity of neural networks.

#### REFERENCE

1. Suleimenov I., Panchenko S., Erdauletova M. Molecular programming: analogy with radio engineering systems // Proceedings of NTO "KAHAK". – 2015. – 4(51). – P. 77–84.
2. Mun G.A., Suleimenov I.E., Zezin A.B., Abilov Zh.A., Dzhumadilov T.K., Izmailov A.M., Khutoryanskiy V.V. Complexation with the participation of polyelectrolytes: Theory and prospects of use in nanoelectronics / Nanotechnology Library. Vol 2. Almaty – Moscoq – Toronto – Reading: LEM, 2009. – 256 p.
3. The processes of artificial evolution in solutions of interacting polymers: analogies with the development of socio-economic systems / Kalimoldaev M., Suleimenov I., Panchenko S., Gabrielyan O., Sedlakova Z., Pak I., Obukhova P. // Reports NAS RK. – 2015. – No 6. – P. 26–32.
4. Suleimenov I., Panchenko S. Non-Darwinists scenarios of evolution of complicated systems and natural neural networks based on partly dissociated macromolecules // World Applied Sciences Journal. – 2013. – Vol. 24, no. 9.

#### BIOGRAPHY

I work in the field of telecommunications focusing on the processes in artificial neural networks. I'm with Almaty University of Power Engineering and Telecommunications since

2011. My position is PhD student of department Cosmic engineering and telecommunications. I received my master degree in Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan in 2015 My research interests include information war, applied theory of neural networks, theory of artificial intelligence.

**ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА  
«ПОРТФОЛИО РАБОТНИКА ОБРАЗОВАНИЯ»  
НА ОСНОВЕ ТЕМПОРАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ДАННЫХ**

**Е.Н. Пак<sup>1</sup>, А.В. Оганян<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*ООО «Региональный центр финансового оздоровления»,  
jrak\_90210@mail.ru*

<sup>2</sup>*Сибирский федеральный университет,  
kyankis.02@inbox.ru*

Работа посвящена рассмотрению проблемы автоматизации наукометрических и учебно-организационных показателей деятельности преподавателей, а также подготовки накопительных и отчетных документов образовательных учреждений.

В связи с необходимостью внедрения механизмов оценки качества научно-преподавательской деятельности работников образовательных учреждений необходимыми и популярными стали кафедральные и вузовские модели рейтинга профессорско-преподавательского состава, различные портфолио показателей эффективности их профессиональной деятельности [1, 2]. Критериальные и экономические показатели учебных заведений определяют и заставляют осуществлять периодическую отчетность каждого преподавателя по разным направлениям и формам: отчеты по учебной и научной работе, заявки и отчеты по конкурсным процедурам, оформление грантов и т.п. При этом многие показатели в разных отчетах дублируются. Из года в год происходят изменения в многообразных регламентах периодических отчетностей, связанных с утверждаемыми нормативными распоряжениями Минобрнауки, региональных министерств образования, конкретного вуза в виде формализованных критериев и показателей видов деятельности образовательного учреждения [2]. На их основе создаются специальные формы для формирования сводных отчетов кафедр, факультетов и вуза в целом.

Цель исследования заключается в разработке модели темпорального портфолио работника образования и создании на ее основе облачного портала автоматизации учета наукометрических и учебно-организационных показателей деятельности преподавателей для облегчения подготовки отчетных материалов и сведений для различных конкурсных процедур.

Приоритеты и стратегические цели учебных заведений в последнее время меняются все чаще. Следовательно, меняются задачи и изменяются показатели оценки их деятельности. Изменения претерпевают не только система показателей, но и процедуры учета достижений кафедр, предполагающие распределение трудоемкости выполненных работ и подтверждение их результатов. Большое число задач, результативность которых следует оценить, порождает и большое число показателей [1]. Все это приводит к необходимости создания автоматизированных информационных систем, обладающих гибкостью и легко настраиваемыми на нужные параметры механизмы накопления, сбора и обработки данных каждого преподавателя, кафедры, вуза.

Особенностью предлагаемой автоматизированной системы является темпоральность баз данных и проективная стратегия ее развития [3]. Структурно-функциональная схема этой системы представлена на рис. 1.

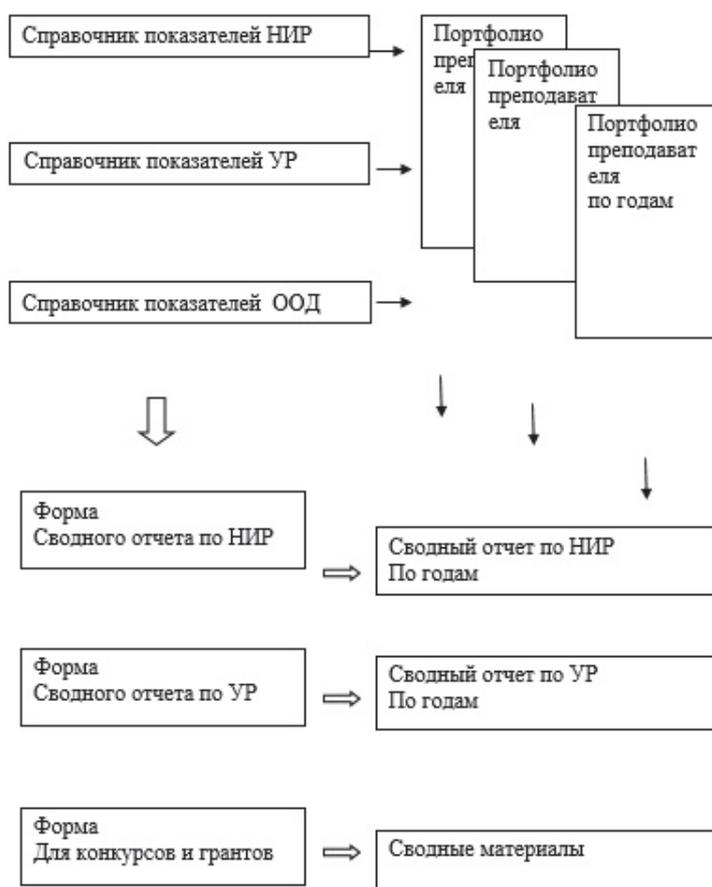


Рис. 1. Структурно-функциональная схема информационной системы показателей деятельности преподавателя кафедры

Основным элементом системы является портфолио сотрудника, которая представляет накопительную темпоральную базу данных. Ее атрибуты настраиваются диспетчером системы, а введение данных в портфолио можно осуществлять с любого ПК и мобильного устройства, подключенных к сети Интернет. Для проведения обработки данных, подготовки отчетных документов и извлечения нужных сведений для заявок и отчетов по конкурсным мероприятиям создается специальный облачный портал, в котором могут создавать свои информационные системы оценки качества научно-образовательной деятельности работники любые учебные заведения любого уровня (вуз, техникум, школы) (рис. 2).

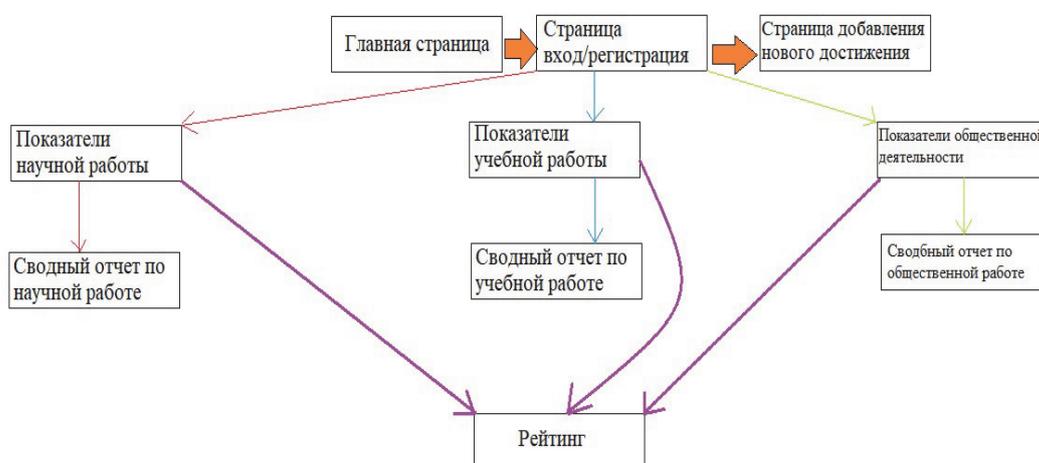


Рис. 2. Схема навигации информационной страницы портала

К portalу имеют свободный доступ три категории пользователей: руководитель подразделения, например, заведующий кафедрой; эксперт подразделения, отвечающего за эффективные показатели деятельности работников образования, работник образовательного учреждения. Для удобства использования портала учебными заведениями, учениками, студентами, педагогами и преподавателями ВУЗов разработана мобильная инструкция-справочник по работе в среде облачного портала.

Таким образом, основным результатом работы является облачный портал, доступный в сети Интернет по ссылке <http://rating-pps.azurewebsites.net/>. В отличие от существующих подобных разработок [4], созданная система представляет удобный инструмент для непрерывного накопления показателей деятельности преподавателя с помощью ПК и мобильных устройств, позволяет настраивать систему на требуемые атрибуты конкретного учебного заведения.

Материалы работы представляют практическую ценность для учебных заведений всех уровней и отдельных сообществ, нуждающихся в автоматизированных системах оценки деятельности своих работников и подготовке отчетных документов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Архипова Е.Н., Кононова О.В., Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Автоматизация рейтинговой оценки деятельности преподавателей // Университетское управление: практика и анализ. – 2010. – № 5. – С. 51–62.
2. Васильева, Е.Ю. Рейтинг преподавателей и кафедр в вузе // Университетское управление: практика и анализ. – 2007. – № 3 (49). – С. 39–48.
3. Баженова И.В., Бабич Н., Пак Н.И. От проективно-рекурсивной технологии обучения к ментальной дидактике: монография. – Красноярск: Сиб.федер.ун-т, 2016. – 160 с.
4. Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Информационная система рейтинговой оценки деятельности преподавателя в вузе // Информатизация образования и науки. – 2009. – № 4. – С. 54–65.

### БИОГРАФИЯ

Я, (Пак Евгения Николаевна), работаю в сфере консалтинговых услуг по развитию бизнеса. Я работаю директором в ООО «Региональный центр финансового оздоровления. Область моих научных интересов лежит в сфере информатизации экономического бизнес-моделирования.

Я, (Оганян Артур Виталикович), работаю в области математики и компьютерных наук. Являюсь магистрантом Сибирского Федерального университета г. Красноярск. Область моих научных интересов программирование и создание прикладного программного обеспечения.

### INFORMATION SYSTEM "PORTFOLIO OF AN EDUCATION WORKER" ON THE BASIS OF THE TEMPORAL DATA MODEL

**E.N. Pak<sup>1</sup>, A.V. Oganyan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*“Regional center of financial recovery”,*

*jpak\_90210@mail.ru*

<sup>2</sup>*Siberian Federal University,*

*kyankis.02@inbox.ru*

The aim of the research is to develop a model of temporal portfolio of the educator and to create on its basis a cloud portal for automating the record of scientometric and educational and organizational indicators of the activities of teachers to facilitate the preparation of reporting materials and information for various competitive procedures.

A feature of the developed automated system is the temporality of databases and the projective strategy of its development [3].

The main result of the work is a cloud portal, available on the Internet. Unlike existing similar developments [4], the created system represents a convenient tool for the continuous accumulation of performance indicators of the teacher with the help of PCs and mobile devices, allows customizing the system to the required attributes of a particular educational institution.

The materials of the work are of practical value for educational institutions of all levels and individual communities that need automated systems for assessing the performance of their employees and preparing reporting documents.

#### REFERENCES

1. Arkhipova E.N., Kononova O.V., Kryukov V.V., Shahgeldyan K.I. Automation of rating evaluation of teachers' activity // University management: practice and analysis. – 2010. – № 5. – P. 51–62.
2. Vasilyeva, E.Yu. Rating of teachers and chairs in the university // University management: practice and analysis. – 2007. – № 3 (49). – P. 39–48.
3. Bazhenova I.V., Babich N., Pak N.I. From the projectively recursive technology of teaching to mental didactics: monograph. – Krasnoyarsk: Sib.feder.un-t, 2016. – P. 160.
4. Kryukov V.V., Shahgeldyan K.I. Information system of the rating evaluation of the teacher's activity in the university // Informatisation of education and science. – 2009. – № 4. – P. 54–65.

#### BIOGRAPHY

I, (Pak Evgenia Nikolaevna), work in the field of consulting services for business development. I work as a director in LLC Regional Center for Financial Recovery. The field of my scientific interests lies in the field of informatisation of economic business modeling.

I, (Ohanyan Arthur Vitalikovich), work in the field of mathematics and computer science. I am a master student of the Siberian Federal University of Krasnoyarsk. Field of my scientific interests is programming and creating application software.

### БЫСТРАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ НАНОАЛМАЗОВ ПРИ ДЕТОНАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

К.А. Тен<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, Новосибирск, Россия,  
[kten276@gmail.com](mailto:kten276@gmail.com)*

<sup>2</sup>*Институт ядерной физики им. Будкера СО РАН, Новосибирск, Россия,*

**Аннотация.** В работе приводятся экспериментальные данные по динамической регистрации размеров конденсированных наночастиц углерода при детонации энергетических материалов (ЭМ) с отрицательным кислородным балансом. Размеры наночастиц восстановлены после обработки измеренных распределений мало-углового рентгеновского рассеяния (SAXS). Работы проведены на ускорительном комплексе ВЭПП 3-4 (ИЯФ СО РАН).

Измеренные размеры наночастиц углерода составляют ~ 2 нм у ТАТБ до 3-5 нм у БТФ вблизи зоны химической реакции. Максимальные размеры наночастиц углерода

достигаются за зоной химической реакции и составляют у смесей ТГ ~ 5 нм, ТАТБ ~ 3 нм, у БТФ ~ 70 нм. Полученные размеры наночастиц в динамических измерениях совпадают с размерами наноалмазов, выделенных из сохранных продуктов детонации (шихты) от аналогичных по размеру и составу зарядов ВВ. Шихта была получена путем взрыва зарядов в ледяной оболочке.

### Введение

Исследования конденсации углерода при детонации ЭМ с отрицательным кислородным балансом были начаты в ИГиЛ в 1983 году в связи с работами по синтезу детонационных наноалмазов. Эти работы были активно продолжены во многих центрах и к настоящему времени в мире имеется более 900 работ по этой теме [1, 2]. Вес исследованных зарядов ЭМ составлял от 200 грамм до сотен килограмм, а их диаметр от 40 мм и выше. В этих работах, в основном, исследовались сохранные продукты детонации (шихта) собранные после взрыва во взрывной камере. Экспериментально исследовать кинетику процесса конденсации углерода в то время не было возможным, поэтому место и время конденсации считалось совпадающей с зоной химической реакции, поскольку параметры среды там соответствовали устойчивой фазе состояния алмаза.

Интерес к этим работам усилился в связи с расширением работ по изучению 1,3,5-триамино-2,4,6-тринитробензола (ТАТБ) в ядерных центрах США и России в середине 90 годов. Измеренные скорости метаемых пластин с помощью ТАТБ лучше сходились с расчетами, если за фронтом детонации продолжается выделение энергии. Расчеты показывали, что полное время конденсации углерода на порядок превышало время существования зоны химической реакции [3, 4].

В начале 2000 годов в Новосибирске начали развивать новую методику исследования быстрых процессов с помощью ускорителей высоких энергий. Высокая интенсивность синхротронного излучения (СИ) позволила регистрировать динамику распределения дифракционного рассеяния с экспозицией 1 нс [5–8]. Интенсивность мало-углового рентгеновского рассеяния (МУРР) пропорциональна флуктуации электронной плотности, которая связана с конденсацией углерода при детонации ЭМ с отрицательным кислородным балансом. Модельными расчетами показано, что по измеренным распределениям МУРР возможно извлекать информацию о размерах наночастиц углерода, которые конденсируются в зоне химической реакции, а также за ее пределами [6, 7].

В данной работе приводятся экспериментальные данные исследования динамики конденсации углерода в новых составах на основе ТАТБ, а также безводородного ВВ бензотрифуроксан (C<sub>6</sub>N<sub>6</sub>O<sub>6</sub>, ВТФ). Для сравнения были исследованы тринитротолуол (ТНТ) и смеси ТНТ/гексоген (RDX). Характерной особенностью данных экспериментов являются одинаковые геометрические размеры всех исследуемых зарядов ЭМ, а также всех экспериментальных сборок (для обеспечения идентичности разлета продуктов детонации). Еще одной особенностью является малый размер всех зарядов ЭМ (диаметр 20 мм, длина 30 мм, вес ~ 20 г.). В литературе же есть данные только для больших зарядов [1, 2]. Для сравнения, были получены сохранные продукты взрыва

тех же ЭМ (и таких же размеров) путем взрыва зарядов во взрывной камере в ледяной оболочке. Их анализ проводился микроскопическими и дифракционными методиками.

### Эксперименты по измерению МУРР и их результаты

Работы по измерению МУРР проведены на 0 канале комплекса ВЭПП-3. Постановка экспериментов приведена в [6, 7] и показана на рис. 1. Ускоритель ВЭПП-3 работал с двумя сгустками (банчами), следующими через 125 нс. Регистрация МУРР (длительность импульса 1 нс) проводилась детектором DIMEX-3 с угловым разрешением  $10^{-4}$  рад. [9], расположенным на расстоянии 1 м от заряда ЭМ.

Исследовались одинаковые по размерам (диаметр - 20 мм, длина - 30 мм) прессованные образцы ЭМ, изготовленные на основе ТАТВ и его смесей с октогеном (НМХ) и ультрадисперсным алмазом (UDD), а также образцы из тринитротолуола (ТНТ) и его смесей с гексогеном (RDX). Из безводородных ВВ исследовался бензотрифуроксан (ВТФ). Прессовка зарядов проводилась до 95% от их максимальной плотности.

Обработка записанных распределений МУРР для смесей ТАТВ, ТНТ проводилась в приближении Гинье [10, 11]. Для интенсивности  $I(q,R)$  в зависимости от волнового вектора ( $q$ ) и радиуса частицы ( $R$ ) имеет вид:

$$I_0(q, R) = I_0 \cdot \exp\left(-\frac{(qR)^2}{5}\right) \text{ (рассеяние для сферических частиц).}$$

Где  $q = \frac{4\pi \sin \theta}{\lambda}$  – волновой вектор, в котором  $2\theta$  – угол рассеяния, а  $\lambda$  – длина волны.

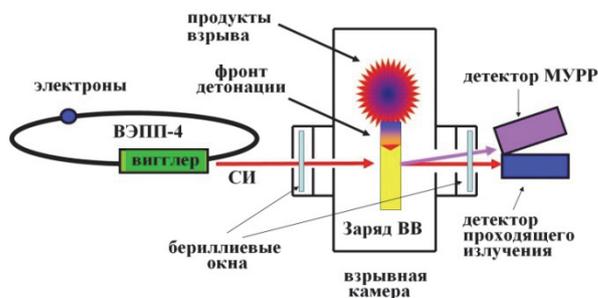


Рис. 1. Постановка экспериментов. СИ генерируется в вигглере, проходит через заряд и регистрируется детектором МУРР

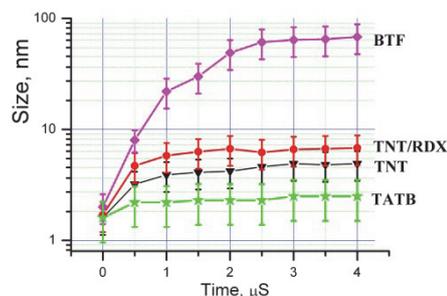


Рис. 2. Рост размеров наночастиц при детонации ВТФ, TNT, TNT/RDX и ТАТВ от времени. Размеры частиц приведены в логарифмическом масштабе

Полученные зависимости размеров наночастиц от времени для ТАТВ, TNT, TNT/RDX и ВТФ приведены на рис. 2. В начальный момент (ноль по оси X соответ-

ствуется фронту детонации) размер наночастиц составляет от 1.5 нм для ТАТВ до 3 нм у ВТФ. За фронтом детонации (через 3 мкс) измеренному рассеянию соответствуют частицы с максимальным размером ~2 нм у ТАТВ, 4 нм у TNT, 5 нм у ТГ и 70 нм у ВТФ.

Регистрируемые размеры рассеивающих наночастиц у ТАТВ и его смесей с НМХ оказались гораздо меньше, чем у TNT и его смесей с RDX.

При детонации ВТФ амплитуда сигнала МУРР в 4 раза больше, чем у TNT, поэтому измеренное распределение МУРР было обработано программным кодом GNOM [12] для получения распределения по размерам наночастиц. На фронте детонации максимум распределения по размерам приходится на 3 нм, а через 3 мкс смещается к 30 нм.

### Обсуждения

Характерной особенностью наших экспериментов является малый размер зарядов ЭМ (диаметр 20 мм, вес ~ 20 г). Тем не менее, размеры наноалмазов для TNT и TNT/RDX ~ 4-5 нм совпадают с литературными данными [2]. У ТАТВ по данным МУРР и в сохраненных продуктах размер наночастиц ~ 2 нм, что находится на пределе методических разрешений для обоих методик. Добавка RDX в TNT приводит к заметному увеличению выхода наноалмазов [1, 2], в случае с ТАТВ добавка НМХ слабо влияет на размер конечного наноалмаза. Возможно в данном размере (около предельного диаметра) конденсация не реализуется полностью, хотя проведенные измерения параметров детонации в тех же размерах ТАТВ дали такие же параметры, как и для больших зарядов. В [13] в продуктах детонации ТАТВ диаметром 40 мм обнаружены наноалмазы ~3-4 нм. То есть в данном ЭМ имеет место масштабный эффект, который требует дальнейшего изучения.

Большие размеры наноалмазов в ВТФ впервые отмечены в [14]. В данной работе впервые получено распределение наноалмазов по размерам. На большие размеры наноалмазов может сильно влиять более высокая температура на фронте детонации, однако измеренная температура на фронте детонации ВТФ ~ 4100 С [15] оказалась меньше, чем предполагали ранее. Более важным является длительность этой температуры (~ 1 мкс), что гораздо больше зоны химической реакции. Поскольку в составе ВТФ нет водорода, в процессе синтеза наноалмазов отсутствуют промежуточные радикалы С-Н, которые в обычных ЭМ сильно замедляют синтез наноалмазов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Титов В.М., Анисичкин В.Ф., Мальков И.Ю. Исследование процесса синтеза ультрадисперсного алмаза в детонационных волнах // ФГВ. – 1989. – Т. 25. – № 3. – С. 117–126.
2. Даниленко В.В. Синтез и спекание алмаза взрывом. – М.: Энергоатомиздат, 2003. – 272 с.
3. Tarver С.М., Kury J.W., Breithaupt R.D. Detonation waves in triaminotrinitrobenzene // J. Appl. Phys. 1997. V. 82. № 8. P. 3771–3782..
4. K.F. Grebenkin, M.V. Taranik, A.L. Zhrebtsov. Computer modeling of scale effects at heterogeneous HE detonation // Pros. 13<sup>th</sup> Symposium (International) on Detonation, Norfolk, USA, 2006, pp. 496–505.

5. V.M. Titov, B.P. Tolochko, K.A. Ten, L.A. Lukyanchikov, E.R. Prueel. Where and when are nanodiamonds formed under explosion? *Diamond & Related Materials*. V. 16, Issue 12, 2007. P. 2009–2013.

6. Титов В.М., Прууэл Э.Р., Тен К.А., Лукьянчиков Л.А., Мержиевский Л.А., Толочко Б.П., Жуланов В.В., Шехтман Л.И. Опыт применения синхротронного излучения для исследования детонационных процессов // *Физика горения и взрыва*. – 2011. – Т. 47, № 6. – С. 3–15.

7. Прууэл Э.Р., Тен К.А., Толочко Б.П., Мержиевский Л.А., Лукьянчиков Л.А., Аульченко В.М., Жуланов В.В., Шехтман Л.И., Титов В.М. Реализация возможностей синхротронного излучения в исследованиях детонационных процессов // *Доклады академии наук. Техническая физика*. – 2013. – Т. 448, № 1. – С. 38–42.

8. K.A. Ten, E.R. Prueel, V.M. Titov. SAXS Measurement and Dynamics of Condensed Carbon Growth at Detonation of Condensed High Explosives // *Fullerenes, Nanotubes, and Carbon Nanostructures*, 2012. v.20: pp. 587–593,

9. V.M. Aulchenko, O.V. Evdokov, L.I. Shekhtman, K.A. Ten, B.P. Tolochko, I.L. Zhogin, V.V. Zhulanov. Current status and further improvements of the detector for imaging of explosions // *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, 2009, Vol. 603, Issue 1-2, pp. 73–75.

10. A. Guinier, G. Fournet, C.B. Walfert, K.L. Yudovitch. *Small-Angle Scattering of X-Ray*. Wiley, N.Y. 1955.

11. L.A. Feigin, D.I. Svergun. *Structure Analysis by Small-Angle X-Ray and Neutron Scattering*. NY, Plenum Press. 1987. P. 335.

12. D. Svergun, A. Semenyuk. PROGRAM PACKAGE GNOM. Version E4.5a. DESY, Hamburg, 2011.

13. Е.А. Петров, К.С. Барабошкин, Н.В. Бычин, Б.В. Ларионов, И.В. Байрамян. Исследование ТАТБ для детонационного синтеза наноалмазов. // *Ультрадисперсные порошки, наноструктуры и субстанции: производство, свойства и приложения*. VI Ставеровские Чтения. 2012. – Красноярск: СибГУ. – 322 с.

14. Мальков И.Ю., Филатов Л.И., Титов В.М., Литвинов Б.В., Чувилин А.Л., Тесленко Т.С. Образование алмаза из жидкой фазы углерода // *Физика горения и взрыва*. – 1993. – Т. 29, № 4. – С. 131–134.

15. Долгобородов А.Ю., Бражников М.А., Махов М.Н., Сафронов Н.Е., Кикиленко В.Г. Детонационные параметры пресованных зарядов бензотрифуроксана // *Физика горения и взрыва*. – 2013. – Т. 49, № 6. – С. 723–730.

## БИОГРАФИЯ

Я, Тен Константин Алексеевич, работаю в области физики экстремальных состояний вещества и специализируюсь на исследованиях детонационных и ударно-волновых процессов с использованием ускорителей высоких энергий. Работаю ведущим научным сотрудником в Лаборатории физики взрыва в Институте гидродинамики им. М.А. Лаврентьева и в Лаборатории Синхротронного излучения в Институте ядерной физики в г. Новосибирске. Кандидат физико-математических наук с 2007 года. Область моих научных интересов – физика детонационных явлений, взаимодействие ударных волн со сплошной средой, в том числе с плотной плазмой.

**FAST DYNAMIC REGISTRATION OF FORMATION NANODIAMONDS AT  
DETONATION OF ENERGETIC MATERIALS****K.A. Ten<sup>1,2</sup>**<sup>1</sup>*Lavrentiev Institute of Hydrodynamic SB RAS (LIH SB RAS), Novosibirsk, Russia.**kten276@gmail.com*<sup>2</sup>*Budker Institute of Nuclear Physics, Novosibirsk, Russia*

**Abstract.** The studies of carbon condensation in detonation of oxygen-deficient energetic materials (EM) were initiated at LIH SB RAS in 1983 in the context of works on synthesis of detonation nanodiamonds. These works were actively carried on at many centers. Now there are over 900 papers on the subject in the world [1]. The weight of explosive charges under study was 200 grams to several hundred kilograms; their diameter was 40 mm and more. It was mostly the saved detonation products (soot) collected after explosion in explosion chamber that was investigated in these works. Equipment of that time did not allowed investigation into the kinetics of carbon condensation, and therefore the time and place of condensation were considered to coincide with the chemical reaction zone, because the medium parameters there corresponded to the stable phase of diamond.

In the early 2000s, researchers in Novosibirsk began developing a new technique to study fast processes using high-energy accelerators. The high intensity of synchrotron radiation (SR) allowed recording the dynamics of diffractive scattering distribution with an exposure of 1 ns [2]. The intensity of small-angle X-ray scattering (SAXS) is proportional to fluctuations of electron density, which is in connection with carbon condensation in detonation of oxygen-deficient high explosives. Simulation calculations showed that the measured distributions of SAXS could be used for derivation of information about the size of carbon nanoparticles that condense in the chemical reaction zone and beyond it.

This paper presents experimental data from a study of dynamics of carbon condensation in new compounds based on benzotrifuroxan ( $C_6N_6O_6$ , BTF), an anhydrous EM. A study of TNT and a TNT/RDX mixture was carried out for comparison. The explosive charges in these experiments were of identical geometric dimensions. The experimental assemblies were also of equal dimensions (for ensuring identity of the spread of detonation products). Besides, all the explosive charges were small (diameter: 20 mm; length: 30 mm; weight: ~ 20 grams), while the literature offers data only for large charges. For the sake of comparison, charges of the same EMs of the same size were exploded in an ice shell in explosion chamber and the explosion products were saved. The soot was analyzed using microscopic and diffraction techniques.

**REFERENCES**

1. Danilenko, V.V. Synthesizing and sintering of diamond by explosion. – Moscow: Energoatomizdat, 2003. – 272 p.

2. V.M. Titov, E.R. Prueel, K.A. Ten, et al. Experience of using synchrotron radiation for studying detonation processes, *Combust. Explos. Shock Waves*, 2011, vol. 47, no. 6, pp. 3–15.

## BIOGRAPHY

I work in the field of physics of extreme states of matter and specialize in studies of detonation and shock wave processes using high-energy accelerators. I work as a leading researcher in the Laboratory of Explosion Physics at the Institute of Hydrodynamics. M.A. Lavrentyev and at the Laboratory of Synchrotron Radiation at the Institute of Nuclear Physics in Novosibirsk. Candidate of Physical and Mathematical Sciences since 2007. The field of my scientific interests is the physics of detonation phenomena, the interaction of shock waves with a continuous medium, including a dense plasma.

## КИНЕТИКА СВЕТОИНДУЦИРОВАННОГО ОСАЖДЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ В ЖИДКОСТИ

**В.К. Хе, В.И. Иванов**

*Дальневосточный государственный университет путей сообщения, Хабаровск,  
khe@ngs.ru*

Рассматривается модель осаждения наночастиц в равномерном световом поле как альтернатива методам осаждения в гравитационном поле и центрифугированию. Приведено точное аналитическое решение одномерной нестационарной задачи массопереноса в ограниченной кювете. Сравниваются основные параметры центрифужного и светоиндуцированного осаждения наночастиц.

Основными методами разделения неоднородных систем в промышленности и физико-химических исследованиях являются осаждение, фильтрование и центрифугирование [1]. В гравитационном поле осаждаются достаточно крупные частицы, не подверженные броуновскому тепловому движению, в поле центробежных сил возможно разделение коллоидных частиц и макромолекул - молекул природных и синтетических полимеров.

В данной работе рассматривается альтернативная описанным выше методам модель осаждения наночастиц в жидкости силами светового давления.

Рассмотрим прозрачную наносuspension (растворы, содержащие дисперсные частицы размерами меньше 500 нм.), освещаемую потоком лазерного излучения с однородным распределением интенсивности (рис. 1).

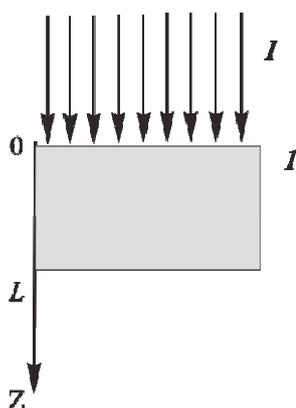


Рис. 1. Схема осаждения наночастиц в световом поле

На наночастицу действует сила светового давления [2]:

$$F_p = AI, \quad (1)$$

где  $I$  – интенсивность света,

$$A = \frac{128\pi^5 a^6}{3c_0\lambda^4} \left( \frac{m^2 - 1}{m^2 + 2} \right) n_1, \quad (2)$$

$$m = n_2/n_1 \quad (3)$$

где  $n_1, n_2$  – показатели преломления веществ дисперсионной и дисперсной сред соответственно.

Скорость частицы  $\vec{V} = \mu\vec{F}_p$ , где  $\mu = (6\pi\eta a)^{-1}$  – коэффициент подвижности частиц,  $\eta$  – вязкость жидкости,  $a$  – радиус частицы,  $\lambda$  – длина волны излучения,  $c_0$  – скорость света.

Динамика изменения концентрации наночастиц описывается уравнением [3]:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} - V \frac{\partial C}{\partial z}, \quad (4)$$

где  $C(z, t)$  – массовая концентрация дисперсных частиц,  $D$  – коэффициент диффузии,  $V = \gamma I$  – скорость наночастиц в жидкой среде,  $I$  – интенсивность излучения,

$$\gamma = \frac{64}{9} \frac{\pi^2}{c_0} \frac{n_1}{\lambda^4 \eta} \frac{m^2 - 1}{m^2 + 2}.$$

Точное аналитическое решение уравнения (4) с учетом отсутствия потока частиц на верхней и нижней границах [4]:

$$C(z', t') = C_0 u \left\{ \frac{\exp(uz')}{(e^u - 1)} + e^{0,5uz'} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{2(k\pi)^2 [1 - (-1)^k e^{-0,5u}]}{(k^2\pi^2 + u^2/4)^2} \left[ \frac{u}{(2k\pi)} \sin(k\pi z') + \cos(k\pi z') \right] e^{-(k^2\pi^2 + u^2/4)t'} \right\}, \quad (5)$$

где  $C_0$  – начальная концентрация наночастиц,  $u = Vl/D$ ,  $l$  – высота кюветы,  $t' = Dt/l^2$ ,  $z' = z/l$ .

В стационарном случае решение для концентрации (5) можно записать в виде зависимости от интенсивности излучения и высоты кюветы:

$$C(z, I) = C_0 \gamma I D^{-1} l \frac{e^{\gamma I D^{-1} z}}{e^{\gamma I D^{-1} l} - 1}, \quad (6)$$

где  $\gamma = 64\pi^4 a^5 n_1 (m^2 - 1)(m^2 + 2)^{-1} (9c_0 \lambda^4 \eta)^{-1}$ .

Выражение (6) преобразуем:

$$C(z, l_{ph}) = C_0 l / l_{ph} \frac{e^{z/l_{ph}}}{e^{l/l_{ph}} - 1}, \quad (7)$$

где параметр  $l_{ph} = D / \gamma I$ , характеризующий глубину, на которой концентрация частиц изменяется в  $e$  раз при заданной интенсивности.

На рис. 2 приведена зависимость параметра  $l_{ph}$  от интенсивности лазерного излучения для следующих параметров:  $a = 10^{-7}$  м,  $n_1 = 1.1$ ,  $n_2 = 1.33$ ,  $\lambda = 632$  нм,  $\eta = 1.004 \cdot 10^{-3}$  Па · с.

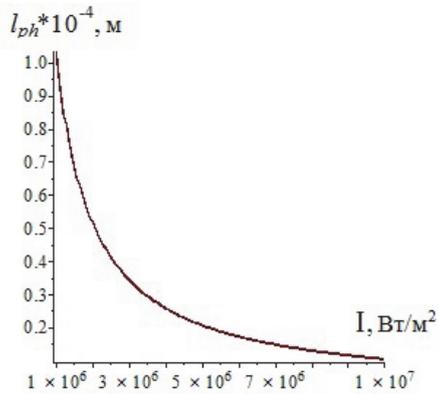


Рис. 2. Зависимость параметра  $l_{ph}$  от интенсивности излучения

При анализе процессов осаждения важной молекулярно-кинетической характеристикой системы является константа седиментации  $S$  (Сведберг), равная отношению скорости осаждения к центробежному ускорению:

$$S = \frac{V}{\omega^2 R} = \frac{2a^2 \Delta \rho}{9\eta}, \quad (8)$$

где  $\omega$  – угловая скорость центрифуги,  $R$  – радиус центрифуги,  $\Delta \rho = \rho_p - \rho_m$ ,  $\rho_p$  – плотность частиц,  $\rho_m$  – плотность среды. Константа осаждения зависит от массы, формы частиц и фазы, 1 Сведберг имеет размерность времени и численно равняется  $10^{-13}$  секундам.

По аналогии с константой седиментации введем величину, характеризующую седиментацию в световом поле:

$$S_L = \frac{V}{F_p \left( \frac{4}{3} \pi a^3 \rho_p \right)^{-1}} = \frac{2a^2 \rho_p}{9\eta}. \quad (9)$$

Видно, что преимуществом введения постоянной седиментации в световом поле является отсутствие зависимости от плотности среды.

На рис. 3 показана зависимость угловой скорости центрифуги от интенсивности излучения, необходимой для достижения той же скорости осаждения, что и при ультрацентрифугировании, при следующих значениях:  $a = 10^{-7}$  м,  $R = 0,1$  м. Как видно из графика, что мощности лазерного излучения современных установок хватает для достижения частот, используемых при центрифугировании.

Таким образом, подводя краткие итоги имеем: решена задача одномерная задача переноса наночастиц в прозрачной суспензии, решение которой позволяет анализировать двухфазные среды в режиме реального времени; введен параметр, характеризующий изменение концентрации по высоте ячейки как функция интенсивности излучения; рассчитаны интенсивности излучения, позволяющие достигать параметров как и при центрифугировании.

Предложенная модель оптического осаждения наночастиц актуальна при изучении дисперсных жидкофазных сред, а также для оптической диагностики [4-6] таких сред в качестве альтернативы методу центрифугирования.

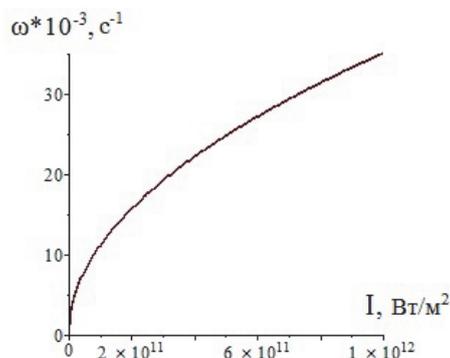


Рис. 3. Зависимость угловой скорости центрифуги от интенсивности излучения

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рафиков С.Р., Павлова С.А., Твердохлебова И.И. Методы определения молекулярных весов и полидисперсности высокомолекулярных соединений. – Москва: АН СССР, 1963. – 335 с.
2. Физическая энциклопедия / под ред. А.М. Прохорова. – Москва: Советская энциклопедия, 1988. – Т. 1. – 704 с.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т. 6. Гидродинамика. – Москва: Наука, 1986. – 736 с.
4. Ivanov V.I., Ivanova G.D., Krylov V. I., Khe V.K. Diagnostics of nanosuspension by the light-induced pseudo-prism method // Proceedings of SPIE. – 2016. V. 10176. – P. 1017607.
5. Buzzaccaro S., Tripodi A., Rusconi R., Vigolo D., Piazza R. Kinetics of sedimentation in colloidal suspensions // Journal of Physics: Condensed Matter. – 2008. V. 20. № 49. – P. 494219.
6. Ivanov V.I., Ivanova G.D., Okishev K.N., Khe V.K. Light-induced thermodiffusion in two-component liquid // Proceedings of SPIE. 2016. V. 10035. – P. 100354Y.

#### БИОГРАФИЯ

Хе Владимир Канчерович, окончил физический факультет Новосибирского государственного университета в 2005 году с присвоением степени магистра физики.

В настоящее время работаю на кафедре «Физика и теоретическая механика» Дальневосточного государственного университета путей сообщения в городе Хабаровске на позиции инженера. Специализируюсь на процессах тепло- и массопереноса в жидких и газообразных средах. Область научных интересов включает механику жидкости, газа и плазмы, физику конденсированного состояния.

## KINETICS OF LIGHT-INDUCED SEDIMENTATION OF NANOPARTICLES IN LIQUID

V.K. Khe, V.I. Ivanov

*Far Eastern State Transport University, Khabarovsk,  
khe@ngs.ru*

Processes of sedimentation are ubiquitous in nature and important for science and technology. Gravity settlers are commonly used to separate particles from waste streams and, in lab practice, analytical ultracentrifugation is a common tool to separate or characterize particle size distribution. Besides their practical interest, sedimentation studies on model systems have also provided fundamental information on the structural properties of colloidal suspensions [1].

In a gravitational field, only sufficiently large particles that are not subject to thermal (Brownian) motion are capable of precipitating. The steady-state deposition rate of the particles depends on the mass, size and shape of the particles, viscosity and density of the medium. In this case, the larger the mass and the particle size, the higher the settling velocity. For smaller particles, for example, molecules of natural and synthetic polymers, centrifugation is usually used [2]. Separators, working on the basis of the above methods, are quite bulky (large-sized) in the execution of the design. We suggest using light pressure forces for the sedimentation of nanoparticles in a liquid. These forces have a sufficiently large value, providing a sedimentation rate comparable with centrifugal methods.

This paper is devoted to the model of sedimentation of nanoparticles by a light field, which is an alternative to the above methods, which makes it possible to create compact separators of small particles.

### REFERENCES

1. Buzzaccaro S., Tripodi A., Rusconi R., Vigolo D., Piazza R. Kinetics of sedimentation in colloidal suspensions // *Journal of Physics: Condensed Matter*. – 2008. V. 20. № 49. – P. 494219.
2. Schuck P. Size-distribution analysis of macromolecules by sedimentation velocity ultracentrifugation and lamm equation modeling // *Biophys. J.* – 2000. V. 78. № 3. – P. 1606–1619.

### BIOGRAPHY

Khe Vladimir Kancherovich, graduated from the Physics Department of Novosibirsk State University in 2005 with the assignment of a master's degree in physics. Currently

I work at the Department of Physics and Theoretical Mechanics of the Far Eastern State Transport University in Khabarovsk as an engineer. I specialize in processes of heat and mass transfer in liquid and gaseous media. The field of scientific interests includes the mechanics of fluid, gas and plasma, condensed matter physics.

## **ОБЛАЧНЫЙ ПОРТАЛ-КОНСТРУКТОР ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРТНЫХ ПРОЦЕДУР ОЦЕНИВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ**

**Л.Б. Хегай<sup>1</sup>, К.Н. Нарчуганов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Красноярский государственный педагогический университет*  
<sup>2</sup>*Сибирский федеральный университет, kirill-narchuganov@live.ru*

Исследование направлено на проектирование и разработку облачного портала, позволяющего автоматизировать проводимые конкурсные мероприятия в образовательных учреждениях.

В настоящее время представляет интерес создание автоматизированных систем экспертного мониторинга образовательных ресурсов для обеспечения доступности и эффективности проведения оценочных и конкурсных процедур в учебных заведениях. К образовательным ресурсам при широкой трактовке следует отнести традиционные и цифровые образовательные ресурсы (включая электронные курсы и средства обучения), преподавательские кадры, автоматизированные информационные системы и т.п. Они становятся объектами интеллектуальной собственности, в связи с чем возникает необходимость совершенствования механизмов их оценивания. От того насколько значимы их потребительские свойства и затраты (цена-качество) зачастую зависит результативность не только образовательного процесса, но и эффективность и успешность учебного заведения.

В большинстве случаев процедуры оценивания образовательных ресурсов в учебных заведениях проводятся субъективно, ручными, неавтоматизированными способами.

Цель проекта – создание облачного портала-конструктора для автоматизации желаемых пользователям процедур оценивания образовательных ресурсов, позволяющего обеспечить образовательным учреждениям доступность, упрощение и объективизацию отчетных, конкурсных, стимулирующих и т.п. процедур.

Концепция облачной технологии организации сбора, накопления и проведения оценочных процедур качества образовательных ресурсов опирается на проективно-рекурсивную технологию создания сложных интеллектуальных систем [1]. Для оценки конкурсных и отчетных мероприятий используется экспертно-статистический метод.

На основе структурно-функциональной схемы (Рис.1) и концепции облачной среды оценки качества образовательных ресурсов [3] разрабатывается портал-

конструктор и мобильные приложения для организации оценочных процедур образовательных ресурсов.

В структурной схеме выделены: БД ЭОР – база данных оцениваемых ресурсов; БД «Эксперт» – база данных экспертов с их оценками по заданному и принятому организаторами регламенту. Регламентные и оценочные материалы формируются модераторами проводимого конкурса в начальной стадии его запуска. Затем, по экспертным и пользовательским мнениям, уточняются критерии качества ЭОР. На их выбор могут повлиять объективные накопительные параметры качества электронных ресурсов посредством сбора статистических данных, например, в виде количества просмотров, пользовательских голосований, публичных обсуждений в чатах и пр. Статистический блок предназначается для формирования накопительных оценок и проведения статистических расчетов и подведения отчетных результатов.

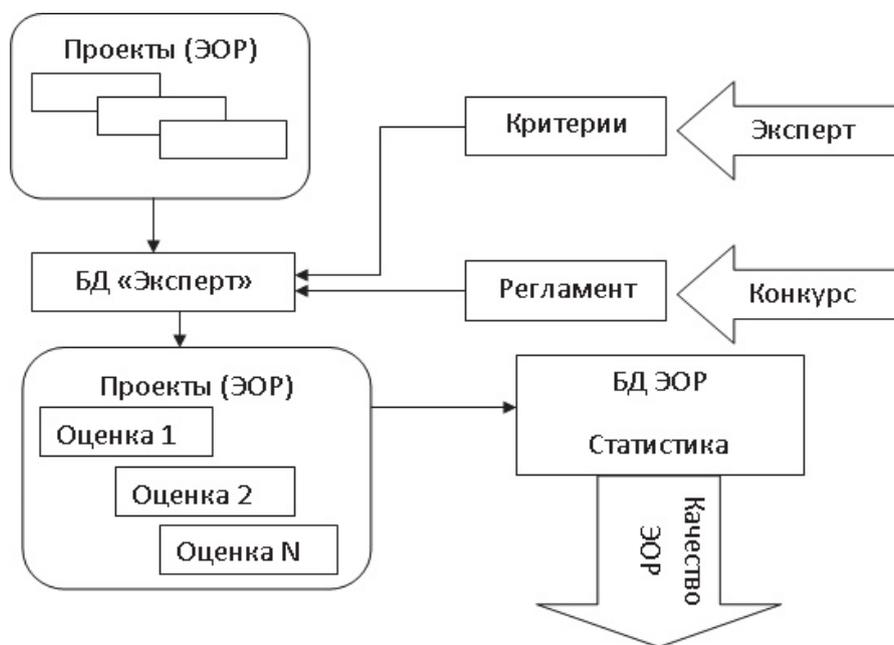


Рис. 1. Структурная схема автоматизации процедур оценки образовательного ресурса

На рис. 2 представлена главная страница портала (ссылка: <http://ares-project.azure-websites.net/>).

К portalу имеют свободный доступ три категории пользователей: модератор (менеджер) оценочной процедуры, эксперт и участник (разработчик) образовательного ресурса. Для удобства использования портала учебными заведениями, учениками, студентами, педагогами и преподавателями ВУЗов разработана мобильная инструкция-справочник по работе в среде облачного портала.

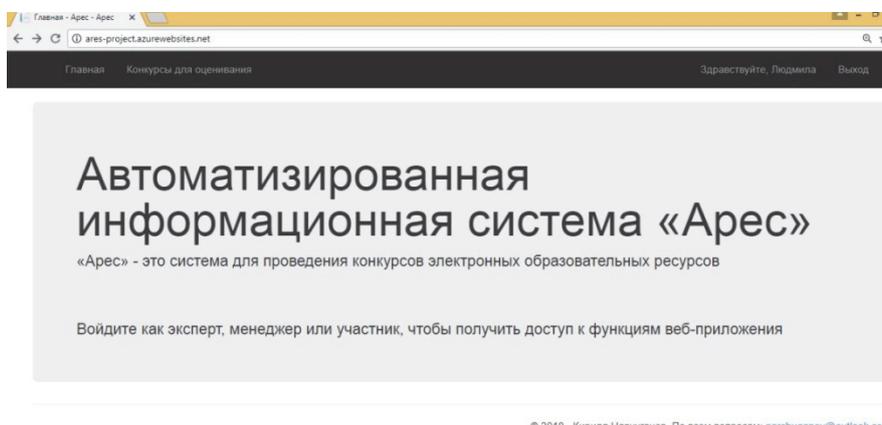


Рис. 2 Скриншот главной страницы портала

Научно-технический прогресс и требования общества к новым специальностям и компетенциям будущих работников определяют необходимость непрерывной практико-ориентированной профессиональной подготовки молодежи в условиях электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. При этом в реальных условиях глобализации и коммуникации общества, возникает потребность в формировании у будущих специалистов умений работать с электронным контентом, виртуально, коллективно – распределённо. Открытые, малозатратные и автоматизированные порталы с облачными сервисами позволят учебным заведениям отбирать полезные образовательные ресурсы, проводить конкурсы на лучшие электронные ресурсы, создаваемые преподавателями, объективно стимулировать их использование, повышать реально эффективность электронного обучения.

Приведем несколько примеров организации подобных процедур:

1. Конкурс на лучший цифровой образовательный ресурс, созданный преподавателями вуза. Классификация цифровых образовательных ресурсов проводится по двум основаниям: средство обучения и учебный курс. Выделяются внешние и внутренние качества образовательного продукта и экспертным путем создается начальный комплект критериальных оценок их качества [3].

2. Оценка качества АСУ вуза. Проводится анализ создаваемых и используемых информационных систем образовательного назначения, программных сред для их разработки с позиций повышения производительности труда обучаемых и преподавателей за счет ИКТ и повышения уровня их информационной компетентности. Обосновывается и формируется начальный комплект критериев и показателей оценки качества информационных систем, обеспечивающих эффективность учебного процесса образовательного учреждения [2].

3. Оценка качества современного урока в школе. Разрабатывается информационная экспертная модель качества уроков в условиях электронного обучения, создается критериальный аппарат оценки качества этих моделей. Проводится оценка качества

мега-уроков, он-лайн уроков и классно-урочных моделей смешанного и электронного обучения в школах.

4. Конкурс научно-исследовательских проектов студентов университета. Создается набор критериев и показателей качества научной студенческой работы, определяется формат электронного представления проекта для дистанционной доступности к нему эксперта.

5. Внутривузовский конкурс научных проектов для выделения грантов. На основе разработанного положения о выделении гранта для стимулирующей поддержки научных групп и/или отдельного ученого создается критериальная база оценивания проекта и формируется состав экспертов, включая внешних (по отношению к вузу) представителей.

6. Рейтинг профессиональной деятельности работника образования. Для кадровой политики и решения материально-стимулирующих вопросов формируется база показателей научно-учебной и организационно-управленческой деятельности работника образовательного учреждения. На ее основе осуществляется рейтинговая оценка профессиональной деятельности сотрудника.

7. Автоматизация проведения государственной итоговой аттестации (защита выпускных квалификационных работ). Для членов ГИА (или ГАК) формируется критериальный аппарат оценивания ВКР. Каждый член ГИА имеет ноутбук или мобильное устройство с выходом в Интернет. После проведения очередной защиты ВКР, пользователь экспертно заполняет соответствующую оценочную форму. Принятая интервальная шкала оценки автоматически формирует итоговую ведомость.

Перечень подобных процедур можно продолжить.

Таким образом, впервые предлагается проективная облачная среда автоматизации оценки качества образовательных ресурсов, имеющих объектный вид (цифровой образовательный ресурс, деятельность учителя, информационная система, информационная среда, урок, и пр.), и для которых возможно построение критериальной модели качества. Портал-конструктор предоставляет пользователям самим создавать собственные процедуры оценочных мероприятий на разных уровнях: класс, школа, район и т.д. Уникальная особенность проекта состоит в том, что критериальные модели со временем могут меняться на принципах экспертных интеллектуальных систем, что позволяет совершенствовать и объективизировать сложно формализуемые экспертные процедуры оценивания образовательных ресурсов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Баженова И.В., Пак Н.И. Проективно-рекурсивная технология обучения в личностно-ориентированном образовании // Педагогическое образование в России. – 2016. – № 7. – С. 7–15.
2. Мягкова Е.Г., Пак Н.И. Модель персонификации АСУ «Учебный процесс» // Решетневские чтения [Электронный ресурс]: материалы XXI Междунар. науч.-практ. конф., 08–11 нояб. 2017, (г. Красноярск) Режим доступа: <https://reshetnev.sibsau.ru/page/materialykonferentsi>.
3. Пак С.Н., Хегай Л.Б. Автоматизация процедурной схемы экспертной оценки электронных образовательных ресурсов // Информатика и образование. – 2017. – № 2 (281). – С. 46–49.

### БИОГРАФИЯ

Я, (Хегай Людмила Борисовна), работаю в области использования информационных и коммуникационных технологий в образовании, специализируюсь на разработке и использовании средств и методов обучения с использованием ментальных учебных пособий, дистанционных технологий в образовании. Работаю доцентом базовой кафедры информатики и информационных технологий в образовании Красноярского государственного педагогического университета г. Красноярска. Кандидат педагогических наук с 2000 года. Область моих научных интересов включает теорию и практику обучения информатике, математике, физике, а также информатизации образования.

Я, (Нарчуганов Кирилл Николаевич), работаю в области математики и компьютерных наук. Являюсь магистрантом Сибирского Федерального университета г. Красноярска. Область моих научных интересов программирование и создание прикладного программного обеспечения.

### CLOUD PORTAL-DESIGNER FOR CONDUCTING EXPERT PROCEDURES FOR ASSESSING EDUCATIONAL RESOURCES

L.B. Kheday<sup>1</sup>, K.N. Narchuganov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Krasnoyarsk State Pedagogical University,  
hegail@yandex.ru*

<sup>2</sup>*Siberian Federal University,  
kirill-narchuganov@live.ru*

The relevance of this work is due to the need to create automated systems for monitoring the quality of educational resources to ensure the availability and effectiveness of evaluation and competitive procedures in educational institutions.

In this regard, this study is aimed at the design and development of a cloud portal that allows automation of competitive events in educational institutions.

The main idea of the created software product is the projectivity, openness and the possibility of its customization to the requirements and conditions of users [1].

The main result of the work is the creation of a cloud portal, available on the Internet through the link <http://ares-project.azurewebsites.net/>. Unlike existing similar developments, the created system is the applied software, providing a convenient tool for creating and holding competitive events for any users [2].

Work materials can be useful for educational institutions of all levels and individual communities that need automated systems for assessing educational resources.

### REFERENCES

1. Bazhenova I.V., Pak N.I. Projective recursive learning technology in personal-oriented education // Pedagogical Education in Russia. – 2016. – No. 7. – P. 7–15.

2. Myagkova E.G., Pak N.I. Personification model of the ACS "Educational process" // Reshetnevsky readings [Electronic resource]: materials of XXI Intern. Scientific-practical conference, 08-11 November. 2017, (Krasnoyarsk). Access mode: <https://reshetnev.sibsau.ru/page/materialy-konferentsi>.

3. Pak S.N., Hegay L.B. Automation of the procedural scheme of the expert evaluation of electronic educational resources // Informatics and education. – 2017. – No. 2 (281). – P. 46–49.

### BIOGRAPHY

I, (Khegay Lyudmila Borisovna), work in the field of using information and communication technologies in education, specializing in the development and application of means and methods of teaching on the basis of mental teaching aids, distance education technologies. I work as an assistant professor of the basic chair of informatics and information technologies in education of Krasnoyarsk State Pedagogical University in Krasnoyarsk. Candidate of Pedagogical Sciences since 2000. The field of my scientific interests includes the theory and practice of teaching computer science, mathematics, physics, as well as informatisation of education.

I, (Narchuganov Kirill Nikolaevich), work in the field of mathematics and computer science. I am a master student of the Siberian Federal University of Krasnoyarsk. Field of my scientific interests is programming and creating application software.

### ПРОГРАММЕ ДЛЯ УНИВЕРСИТЕТОВ РОССИИ «IOT АКАДЕМИЯ SAMSUNG» 1 ГОД

С.Г. Юн<sup>1</sup>, Т.А. Волкова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Исследовательский Центр Самсунг, Москва,  
svetlana.yun@samsung.com*

<sup>2</sup>*Исследовательский Центр Самсунг, Москва,  
volkova.t@samsung.com*

Обозначена терминология и проблематика развития образования в области Интернета вещей в России. Рассмотрен опыт внедрения практико-ориентированного курса по Интернету вещей, реализованного в рамках социально-образовательного проекта «IoT Академия Samsung» в МИРЭА и МФТИ.

Первое устройство Интернета вещей (Internet of Things, IoT) – тостер, управляемый через Интернет, был продемонстрирован более 25 лет назад. Сейчас никого не удивит продукцией Интернета вещей для потребительского рынка: бытовой техникой с приставкой «смарт» или «умным домом».

Однако, для развития экономики гораздо более актуален индустриальный/промышленный «Интернет вещей» (Industrial Internet of Things, IIoT), который

способен в разы повысить производительность труда. Это выдвигает требования совершенно другого уровня как к квалификации специалистов, так и к используемому аппаратному обеспечению.

Так, проведенное J'son & Partners Consulting в 2016 году исследование [1] показало, что в настоящее время в России полноценные IIoT-системы отсутствуют: более 99% используемых в распределенных системах телеметрии устройств подключены не к промышленным платформам IoT, а к закрытым проприетарным аппаратно-программным комплексам с крайне ограниченным функционалом.

Много ли сейчас на рынке инженеров, которые могут спроектировать или хотя бы со стороны заказчика грамотно поставить задачу на разработку IIoT устройства? Учат ли этому в вузах? Много ли системно изложенной информации по этой тематике?

Очевидно, у нас больше вопросов, чем ответов на них. Это стало предпосылкой к созданию социально-образовательного проекта для российских вузов – IoT Академия Samsung [2].

### **Терминология**

Прежде, чем говорить об учебной программе, посвященной Интернету вещей, стоит договориться о терминологии. Поскольку «Интернет вещей» в значительной степени маркетинговое название, определим, что мы понимаем под ним. Мы определяем его так: «Интернет вещей – это обеспечение связи там, где это раньше было невозможно или экономически неэффективно».

Интернет вещей – это целый стек технологий, как правило, применяемый для задач мониторинга или удаленного управления устройствами. Типичный кейс: разбросанные на обширной территории дешевые, вычислительно слабые конечные устройства на батарейном питании, обменивающиеся информацией с сервером (возможно, облачным) посредством беспроводной связи.

### **Проблема подготовки специалистов**

В настоящее время, имеющиеся открытые онлайн-курсы<sup>1</sup>, имеют следующие недостатки:

1. Вендору-специфичность (обучение работе только с конкретными устройствами производителя)
2. Фокус только на одной-двух темах, например, в отдельности схемотехника, компьютерное зрение или анализ данных
3. Не рассматриваются крайне важные, специфические для Интернета вещей современные технологии беспроводной связи.

Таким образом, актуальна концепция учебного курса, который бы давал студентам базовые знания на тему Интернета вещей, и при этом был бы достаточно систем-

---

<sup>1</sup> Create Your Own IoT Device Specialization (University of California, Irvine, USA), Architecturing Small IoT Devices Course (EIT Digital, Europe), Build Your Own IoT Specialization (University of California, San Diego, USA), A developer's guide to the IoT Course (IBM).

ным, чтобы дать знания о каждом из «этажей» IoT-системы. Обязательное требование такого курса – междисциплинарность: разработчик систем Интернета вещей помимо информатики, схемотехники, радиоэлектроники, должен также быть знаком и с основами экономики, менеджмента, UI-дизайна. Современный специалист в области ИТ должен иметь представление об этой быстроразвивающейся в России и мире индустрии.

Есть и другой аспект, касающийся методологии обучения студентов. С развитием информационных технологий углубляется специализация – нарастает заметный разрыв между разработчиками прикладного программного обеспечения, и разработчиками «железа». С этой точки зрения Интернета вещей – это область пересечения специалистов совершенно разных профилей. Это шанс для студентов систематизировать свои знания и на практике опробовать те области, которым в базовой программе уделялось немного времени: кто-то погружается в системное программирование, а программисты – осваивают схемотехнику.

#### **IoT академия – кратко о проекте**

Программа рассчитана на один учебный год. В первом семестре студенты изучают инструментарий «Интернета вещей», решая 5 учебных Кейсов. Во втором семестре – работают над индивидуальными проектами.

Финал программы предполагает защиту проектов перед экспертами и вручение сертификатов об успешном окончании курса. Лучшие работы студентов номинируются на участие в межвузовском конкурсе проектов, который с этого года приобретает федеральный масштаб: новыми вузами-партнёрами стали ВШЭ (Москва), СПбГУ (Санкт-Петербург), НГТУ (Новосибирск), УрФУ (Екатеринбург), КФУ (Казань), ЮУрГУ (Челябинск), ТУСУР (Томск), СВФУ (Якутск).

Вузам-партнёрам программы Samsung предоставляет:

- Методические материалы для студентов и преподавателей.
- Оборудование для Лаборатории Интернета вещей, в том числе 10 учебных комплектов, содержащих всё необходимое для создания прототипов систем. В каждом из комплектов – набор Unwired Kit российской компании «Беспроводные устройства (микроконтроллерные модули, приёмопередатчики беспроводной связи, датчики, аккумуляторы), и мощный одноплатный компьютер Samsung Artik.
- Обучение и поддержка преподавателей вузов, которые возьмутся за курс.

Все учебно-методические материалы, используемые в процессе обучения, созданы специалистами Исследовательского центра Samsung. Курс построен на изучении Кейсов – от простых к более сложным. Все задачи взяты из реальной жизни.

Тематика Кейсов:

1. Мониторинг влажности и температуры на фармацевтическом складе.
2. Система контроля доступа с электронными ключами.
3. Адаптивное освещение офиса.
4. Умный мусорный контейнер (определение уровня заполненности).
5. Умная теплица (полив цветов и включение света по расписанию).

Пятый Кейс – командный. В ходе его выполнения преподаватель играет роль заказчика, а студенческой группе предстоит составить техническое задание, распределить задачи внутри команды и решить их. Подробнее о программе можно почитать в нашем блоге [3].

Далее мы рассмотрим опыт проведения курса в МИРЭА в течение 2017-2018 учебного года. МИРЭА стал одним из двух вузов-партнёров пилотного запуска программы IoT Академия Samsung, наряду с МФТИ.

### **Опыт внедрения курса в учебную программу МИРЭА**

Двухсеместровый факультатив по Интернету вещей проводился с октября 2017 года для студентов 3 и 4 курсов направлений подготовки «Информатика и вычислительная техника», «Информационные системы и технологии», «Программная инженерия» и «Автоматизация технологических процессов и производств». На конкурсной основе были сформированы 5 групп по 15 человек (всего в институте ИТ МИРЭА обучается более 3000 студентов).

Во втором семестре интерес обучающихся к теме Интернет вещей привел к двум важным, изначально незапланированным событиям:

- По запросу студентов и преподавателей был организован дополнительный учебный курс по программированию микроконтроллеров. Видео этого курса доступно на нашем канале YouTube [4].

- Состоялся учебный хакатон с треком по Интернету вещей

Междисциплинарность курса потребовала объединения усилий не только со стороны преподавателей разных кафедр, направлений подготовки и профилей. На хакатоне студенты сознательно заявляли смешанные, многопрофильные команды, на практике освоили преимущество разделения труда в команде: кто-то рисует интерфейс, кто-то программирует серверную часть, кто-то разбирается с подключением датчиков.

Ещё одно важное наблюдение на хакатоне: курс оказался по силам и студентам 1-2 курсов. Им в целом не хватало опыта и знаний, но энтузиазм с лихвой это компенсировал.

По итогам года в МИРЭА были сделаны выводы, что на программу «IoT Академия Samsung» стоит принимать студентов 2 курса, а вот расчёт на бакалавров 4 курса себя не оправдал: студенты были перегружены одновременной подготовкой к защите бакалаврской работы.

### **Итоги учебного курса в 2017–2018 гг.**

Первый год работы программы «IoT Академия Samsung» стал отличным примером внедрения междисциплинарного подхода и проектной деятельности в университете. Огромный интерес к тематике как со стороны преподавателей, так и студентов позволил выйти за пределы формата обычного курса.

Для студентов это был новый опыт поиска технических и архитектурных решений, программирования IoT устройств и систем, практической работы с непредсказуемым реальным «железом».

Для вуза открылась возможность привлечения заинтересованных студентов к научно-исследовательской деятельности и развития лабораторий по тематике. На примере МИРЭА стало ясно, что предметная область Интернета вещей может стать связующим звеном различных научных коллективов. Свою специфику в данной области нашли все выпускающие кафедры института ИТ. IoT Академия в МИРЭА постепенно становится центром консолидации людей, которые выбрали Интернет вещей как область своих профессиональных и научных интересов.

12 июля в Московском Центре Искусственного Интеллекта Samsung состоится первый конкурс индивидуальных студенческих проектов Академии. Лучшие 10 проектов охватывают различную тематику, связанную с IoT: тематика проектов различна, начиная от «Умного дома», и заканчивая здравоохранением, логистикой, маркетингом и безопасностью. Примерно половина проектов являются научно-исследовательскими, остальные имеют бизнес-направленность. По оценкам жюри конкурса, станет понятно, каких знаний в рамках курса не хватает студентам, и что необходимо исправить в учебной программе IoT Академии в первую очередь.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. J&P: Российский рынок распределенных систем и сервисов телеметрии будет демонстрировать устойчивый рост. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: [http://www.cnews.ru/news/line/2016-07-06\\_jp\\_rossijskij\\_rynok\\_raspredeleennyh\\_sistem\\_i](http://www.cnews.ru/news/line/2016-07-06_jp_rossijskij_rynok_raspredeleennyh_sistem_i)
2. Официальный сайт проекта IoT Академия Samsung [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.samsung.com/ru/iotacademy>
3. Блог компании Samsung [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://habr.com/company/samsung/>
4. Видео-канал проекта IoT Академия Samsung [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/channel/UCRyd7dU2S-qAbAqRnZhyKIg>

#### БИОГРАФИЯ

Я, Юн Светлана Геннадьевна, работая руководителем группы развития экосистем решений в отделе развития бизнес решений, руковожу программами корпоративной социальной ответственности в Исследовательском центре Самсунг. Область моих профессиональных интересов: образовательные проекты в области информационных технологий в среднем и высшем образовании; технологии дистанционного обучения, разработка программных продуктов. Имею 10-летний опыт работы преподавателем в вузе. Кандидат технических наук с 2007 года.

Я, Волкова Татьяна Александровна, работаю ведущим специалистом по программам корпоративной социальной ответственности в Исследовательском центре Samsung и являюсь автором учебной программы проекта IoT Академия Samsung. Область моих профессиональных интересов: информатика и инженерия в высшем техническом образовании, технологии Интернета вещей, робототехника. Имею 4-х летний опыт работы преподавателем в вузе.

## 1 YEAR OF «SAMSUNG IOT ACADEMY» STUDY PROGRAM FOR RUSSIAN UNIVERSITIES

S.G. Yun<sup>1</sup>, T.A. Volkova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Samsung R&D Center, Moscow,  
svetlana.yun@samsung.com*

<sup>2</sup>*Samsung R&D Center, Moscow,  
volkova.t@samsung.com*

The article states terminology and problematics of education in the Internet of Things sphere in Russia. It describes the experience of launching the practical study course on IoT, in social education program Samsung IoT Academy in MIREA and MIPT.

The newest technological tendencies give us new challenges in higher educations. The Internet of Things (IoT) technologies are among the top promising and profitable one, especially in so-called Industrial Internet of Things sphere. However, Russian system of higher education is too slow changing to follow the trends. How can students know about the basics of IoT? Also, there is one more problem: programming (software) and engineering (hardware) are historically separated from each other in Russian education tradition. How can the students enlarge their knowledge in the sphere which is not taught in their main program?

Samsung IoT Academy project [1] is trying to answer these questions. We define Internet of Things as «Applying connection where it was impossible or non-profitable before».

### **IoT academy project description**

The study program lasts for 1 year. The first semester consists of 5 study cases taken from real life examples. The students construct the prototypes of suggested IoT devices by themselves, like Warehouse monitoring system, Automated office lighting and the Smart greenhouse. During the second semester the students work on individual projects and then present them on big All-Russian projects contest. Since 2018, there are 8 new partner universities all over Russia: Saint-Petersburg, Novosibirsk, Ekaterinburg, Kazan', Chelyabinsk, Tomsk, Yakutsk.

Samsung provides the study program, training of the teachers and hardware sets consisting of Samsung Artik microcomputer and Unwired Kits by Unwired Devices company (microcontrollers, sensors, actuators). You can read more about the study program in our HabraHabr blog [2]. Next we describe the results of the course in 2017-2018 study year in MIREA – one of two pilot universities for project launch as well as MIPT.

### **Experience of incorporating the iot course into study program**

The course was introduced to students of 3-4 grade for Computer Science students. 5 study groups were formed. In the second semester, 2 previously unplanned events happened:

- By students' request a special course on microcontroller programming was organized. You can see the video lectures on our YouTube channel [3].

- A students' hackaton with IoT track was organized.

The interdisciplinary nature of the course requested uniting the efforts of teachers from different departments. On the hackaton the students formed mixed teams, understanding the division of labor in IT: someone programs server side, someone works with schematics and someone designs the UI. Interesting that the students of 1-2 grade showed big enthusiasm during the hackaton, although they didn't have enough knowledge. In the result, a conclusion was made that it is possible to accept 2-graders into IoT Academy study course, while 4-graders are busy with doing their bachelors' grading papers and they find it difficult to visit an additional study course.

### **The results of 2017–2018 study year**

The first year of Samsung IoT Academy served as a good example of interdisciplinary approach and project-based education in university. For students it was a chance to search for technical & architectural solutions, program IoT devices and work with new unpredictable hardware. For the university it was a possibility to motivate students and unite different previously separated research groups. IoT Academy in MIREA becomes a link between people who chose IoT as a field of their professional and scientific interest.

On 12<sup>th</sup> July in Moscow Samsung AI Center there will be the first students' projects contest. The best 10 projects deal with different topics such as Smart Home, healthcare, logistics, marketing and safety. Half of projects are business-oriented, while another half is R&D projects. According to the Jury evaluation of the projects, we well understand which topics are missing in the current study program and what needs to be corrected in the future.

### **REFERENCES**

1. IoT Academy website [online resource]: <https://www.samsung.com/ru/iotacademy>
2. Samsung corporate blog [online resource]: <https://habr.com/company/samsung/>
3. IoT Academy video channel [online resource]: <https://www.youtube.com/channel/UCRyd7dU2S-qAbAqRnZhyKIg>

### **BIOGRAPHY**

I, Svetlana Yun, work as the Leader of Solution Ecosystem Part of Business Innovation Lab, and manage the corporate social responsibility projects in Samsung R&D Center. My research interests include learning projects in IT sphere in middle and higher education; distant education technologies, IT projects development. Have 10 years of university teaching experience. I received my PhD degree in 2007.

I, Tatiana Volkova, work as Leading Specialist in corporate social responsibility projects in Samsung R&D Center. I am the author of Samsung IoT Academy study program. My research interests include Computer Science & Engineering in higher education, Internet of Things technologies, Robotics. Have 4 years of university teaching experience.

**ИНЖЕНЕРНЫЕ НАУКИ, НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
И НАУКИ О ЗЕМЛЕ (секция С)**

**ENGINEERING SCIENCES, NEW MATERIALS  
AND EARTH SCIENCES (workshop C)**

**SUPER-HIGH STRENGTH NANOSTRUCTURED AL-BASED ALLOYS  
BY IN-SITU CRYSTALLIZATION OF RAPIDLY QUENCHED AMORPHOUS  
PRECURSORS**

**S.Y. Kim<sup>1</sup>, A.Y. Kim<sup>1</sup>, H.J. Kim<sup>1</sup>, M.H. Lee<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Korea Institute of Industrial Technology, Incheon 21999, Korea*

We report the methods increasing both strength and ductility of aluminum alloys transformed from amorphous precursor. The mechanical properties of bulk samples produced by spark-plasma sintering (SPS) of amorphous Al-Ni-Co-Dy powders at temperatures above 673 K are significantly enhanced by in-situ crystallization of nano-scale intermetallic compounds during the SPS process. The spark plasma sintered Al<sub>84</sub>Ni<sub>7</sub>Co<sub>3</sub>Dy<sub>6</sub> bulk specimens exhibit 1433 MPa compressive yield strength and 1773 MPa maximum strength together with 5.6% plastic strain, respectively. The addition of Dy enhances the thermal stability of primary fcc Al in the amorphous Al-TM -RE alloy. The precipitation of intermetallic phases by crystallization of the remaining amorphous matrix plays important role to restrict the growth of the fcc Al phase and contributes to the improvement of the mechanical properties. Such fully crystalline nano- or ultrafine-scale Al-Ni-Co-Dy systems are considered promising for industrial application because their superior mechanical properties in terms of a combination of very high room temperature strength combined with good ductility.

### **I. Introduction**

Many studies have been performed for producing light weight and high strength alloys with the aim of developing new materials for high performance transport systems and energy conservation. In particular, high strength aluminum-based alloys are gradually substituting steel and cast iron in automotive and aerospace industries to reduce the weight of the vehicles in order to decrease fuel consumption [1, 2]. Along this line, several methods have been tried such as heat treatment and grain refinement to improve the strength of aluminum alloys. Moreover, rapid solidification, mechanical alloying or high pressure deformation have been recently used to produce high strength aluminum alloys [3–5].

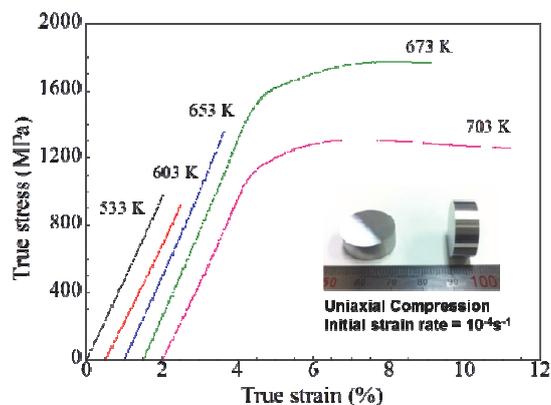
### **II. Methods**

Alloy ingots with nominal composition of Al<sub>84</sub>Ni<sub>7</sub>Co<sub>3</sub>RE<sub>6</sub> (RE: Y, Gd, Dy) (at%) were prepared by arc melting under Ar atmosphere (purity 99.99%). To improve the homogeneity

of the alloy buttons, they were re-melted four times. Typical mass losses of the samples were less than 1% of the initial mass. The arc-melted samples were crushed into small pieces and inductively re-melted in a fused silica tube, followed by ejecting with an over pressure of 35 kPa through a nozzle onto a rotating copper wheel of melt spinning equipment (Samhan vacuum SV-RSP202) with a surface velocity of 40 m/s to obtain amorphous ribbons of the alloys. The resulting ribbon samples had a thickness of about 20  $\mu\text{m}$  and a width of about 3 mm. Al-Ni-Co-Dy amorphous powder was produced by high pressure gas atomization and the amorphous powder particles with a size of under 25  $\mu\text{m}$  was used for consolidation into bulk samples with 20 mm diameter and 10 mm height by spark plasma sintering (SPS) with tungsten carbide die [SCM SPS-1050, heating rate 100  $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ , pressure 500 MPa, time 5~7 min] The thermal stability of the samples was studied by differential scanning calorimetry (DSC) [TA Instruments DSC-Q100] in isochronal and isothermal modes. The isochronal DSC scans were performed at different heating rates of 5, 10, 20, 40 and 80 K/min. The isothermal DSC studies were carried out at annealing temperatures of 528, 533, 538 and 543 K. Structural characterization was done by X-ray diffraction (XRD) with monochromatic Cu-K $\alpha$  radiation [Model D/Max 2500PC Rigaku] and transmission electron microscopy (TEM) [JEM-2001F].

### III. Results

Figure 1 shows compressive true stress-strain curves of the SPSed Al<sub>84</sub>Ni<sub>7</sub>Co<sub>3</sub>Dy<sub>6</sub> bulk samples fabricated at different sintering temperatures from 553 K to 703 K. The samples sintered at 673 K exhibit the highest yield strength and maximum strength about 1433 MPa and 1773 MPa with 5.6% of plastic strain, respectively. The plastic strain of the samples sintered at 703 K increases up to 7.2%, but the yield strength and maximum strength drop to 1068 MPa and 1255 MPa, respectively. The yield strength is lowered to 926 MPa and there is no discernible plasticity for the samples sintered at 603 K. The absence of plasticity is comparable with the findings for typical Al-based metallic glasses [6, 7] and nanocrystalline alloys [8]. The tendency of improving the strength by increasing the sintering temperature from 603 K to 673 K corresponds to more pronounced crystallization of  $\alpha$ -Al phase, which shows matched results to the crystallization behavior and structural analyses during heating of Al<sub>84</sub>Ni<sub>7</sub>Co<sub>3</sub>Dy<sub>6</sub> amorphous powders. The strength increasing through multiphase crystallization in Al-based metallic glass can be explained by composite effect of refined microstructures. Kim et al. reported that the maximum strength could be obtained at the around 20~30% vol.% of nanocrystalline fcc-Al and the maximum strain reached at 20 vol.% in AlYNiFe amorphous alloy [9]. When the SPS temperature of Al<sub>84</sub>Ni<sub>7</sub>Co<sub>3</sub>Dy<sub>6</sub> amorphous powder is relatively low temperature (~653 K) the strength and strain increase as increase volume fraction of nanocrystalline fcc Al (~63%). However, although ductile  $\alpha$ -Al phase is present below 673 K, the size and volume fraction of this phase are not sufficient to improve the plastic deformability of the composites containing an amorphous phase. When the SPS temperature increased to ~673 K, the crystallization of nano-size intermetallic phases (around 10 nm) is mainly contributed to the strength enhancement.



*Fig. 1.* Room temperature true stress-strain curves of SPSed Al<sub>84</sub>Ni<sub>7</sub>Co<sub>3</sub>Dy<sub>6</sub> bulk samples processed at different sintering temperatures; the inset image shows typical SPSed Al<sub>84</sub>Ni<sub>7</sub>Co<sub>3</sub>Dy<sub>6</sub> bulk samples

### Acknowledgments

This work was supported by the Industrial Technology Innovation Program funded by the Ministry of Trade, Industry and Energy (MOTIE) through Korea Institute for Advancement of Technology (KIAT)

### REFERENCES

1. Inoue A., *Prog. Mater. Sci.* 43, 365–520 (1998).
2. Wang W.H., Dong C. & Shek C.H., *Mater. Sci. Eng., R* 44, 45–89 (2004).
3. He Y., Poon S.J. & Shiflet G.J., *Science* 241, 1640–1642 (1988).
4. Inoue A., Ohtera K., Tsai A.P. & Masumoto, T., *Jpn. J. Appl. Phys.* 27, L280–L282 (1988).
5. Liddicoat P.V. et al., *Nat. Commun.* 63, 1–7 (2010).
6. Yang B. J. et al., *Scripta Mater.* 61, 423–426 (2009).
7. Yin J. & Cai H., *J. Alloy Compd.* 648, 276–279 (2015).
8. Chen Z.P., Yu H. & Lu Z.P., *Mater. Lett.* 84, 59–62 (2012).
9. Kim Y., Inoue A. & Masumoto T., *Mater. Trans. JIM.* 32, 599–608 (1991).

### BIOGRAPHY

I work in the field of materials science and engineering focusing on the processes in phase transformation of amorphous materials. I'm with Korea Institute of Industrial Technology since 2008 and University of Science and Technology since 2011. My position is professor of department of Critical Materials and Semiconductor Packaging Engineering and principal researcher of Advanced Functional Materials R&D group. I received my Ph. D. degree in Yonsei University, Seoul, Korea in Metallurgical Engineering. My research

interests include physical metallurgy of aperiodic materials with its composites and related phenomena.

Being registered as the participant, authors of the sent materials confirm that these materials are published for the first time.

**ВЫБОР КИНЕМАТИКОЙ СХЕМЫ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА  
И ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ  
ПОПЕРЕЧНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ОСТОВА  
КРУТОСКЛОННОГО ТРАКТОРА**

**Kim Weon Woong, С.Ю. Билык, В.А. Ким, И.С. Сазонов, Е.И. Марукович**  
*ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет» (г. Могилев, Республика Беларусь),  
brutea@rambler.ru*

На основе анализа изменения нормальных реакций опорной поверхности колес трактора, при его работе на склоне, предлагается кинематическая схема исполнительного механизма и источники информации автоматической системы поперечной стабилизации остова крутосклонного колесного, повышающие эффективность системы стабилизации.

Изменение положения остова крутосклонного трактора с использованием шарнирных четырехзвенников или бортовых поворотных редукторов существенно усложняют конструкцию исполнительных механизмов и алгоритм управления системы вертикальной стабилизации остова [1, 2].

Рассмотрим схему положения трактора на склоне без автоматической системы вертикальной стабилизации его остова (рис. 1).

Уравнения статического равновесия трактора на склоне (рис.1) без автоматической стабилизации его остова представится в виде:

$$\begin{cases} \sum M_{O2} = G \cdot 0,5 \cdot B \cdot \cos \alpha + G \cdot h \cdot \sin \alpha - Y_1 \cdot B = 0; \\ \sum M_{O1} = G \cdot 0,5 \cdot B \cdot \cos \alpha - G \cdot h \cdot \sin \alpha - Y_2 \cdot B = 0, \end{cases} \quad (1)$$

где  $G$  – вес трактора;  $B$  – поперечная база трактора;  $h$  – высота положения центра масс трактора относительно опорной поверхности;  $\alpha$  – угол наклона поверхности склона относительно горизонтальной плоскости.

Предельный угол склона  $\alpha$ , при котором сохраняется условие статического равновесия трактора, определяется по формуле:

$$\alpha = \arctg \frac{B}{0,5 \cdot h}. \quad (2)$$

Из уравнений статического равновесия (1) имеем:

$$\begin{cases} Y_1 = \frac{G \cdot 0,5 \cdot B \cdot \cos \alpha + G \cdot h \cdot \sin \alpha}{B}; \\ Y_2 = \frac{G \cdot 0,5 \cdot B \cdot \cos \alpha - G \cdot h \cdot \sin \alpha}{B}. \end{cases} \quad (3)$$

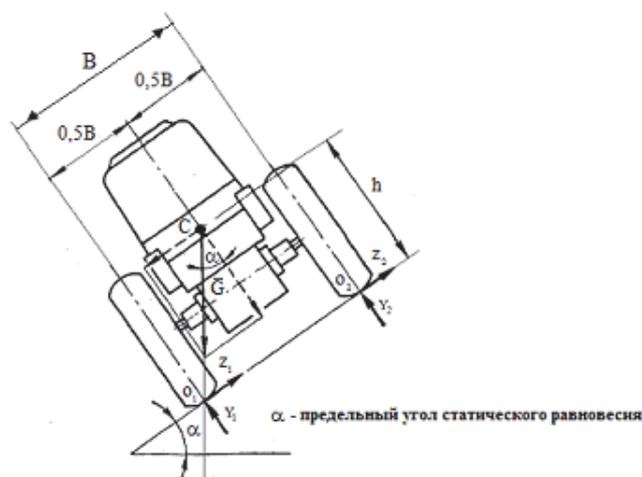


Рис. 1. Схема колесного трактора на склоне без системы поперечной стабилизации остова

Тогда, угол наклона склона, при котором соблюдается статическое равновесие трактора на склоне, равен:

$$\alpha = \arctg \frac{0,5 \cdot (Y_1 \cdot G - Y_2) \cdot B}{(Y_2 + Y_1) \cdot h} < \arctg \frac{B}{0,5 \cdot h}. \quad (4)$$

Значения предельных касательных сил ведущих колес для трактора 4x4 по условиям их сцепления с поверхностью склона равны:

$$\begin{cases} F_1 = \frac{G \cdot 0,5 \cdot B \cdot \cos \alpha + G \cdot h \cdot \sin \alpha}{B} \cdot \varphi_{cy1}; \\ F_2 = \frac{G \cdot 0,5 \cdot B \cdot \cos \alpha - G \cdot h \cdot \sin \alpha}{B} \cdot \varphi_{cy2}, \end{cases} \quad (5)$$

$\varphi_{cy1}, \varphi_{cy2}$  – коэффициенты сцеплений ведущих колес с поверхностью склона.

Максимальная касательная сила тяги, реализуемая ведущими колесами трактора 4х2, по условиям их сцепления с поверхностью склона равна:

$$F_{\max} = F_2 \cdot \varphi_{cy} = \frac{G \cdot 0,5 \cdot B \cdot \cos \alpha - G \cdot h \cdot \sin \alpha}{B} \cdot \varphi_{cy} \quad (6)$$

Поэтому, при отсутствии системы автоматической стабилизации остова для реализации максимальной силы тяги ведущими колесами трактора, по условиям их сцепления с поверхностью склона необходима блокировка межколесного дифференциала.

Условие, исключающее сползание трактора относительно поверхности склона, запишется в виде:

$$Y_{\text{сум}} \cdot \varphi_{\delta} = (Y_1 + Y_2) \cdot \varphi_{\delta} > G \cdot \sin \alpha \quad G \cdot \cos \alpha > G \cdot \sin \alpha \quad (7)$$

Рассмотрим условие статического равновесия трактора при автоматической вертикальной стабилизации его остова на склоне (рис. 2).

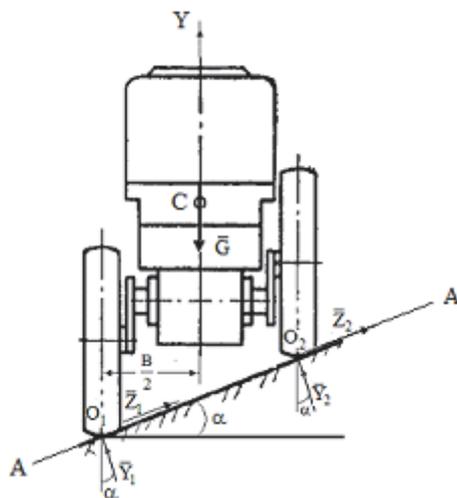


Рис. 2. Схема трактора на склоне с вертикальной стабилизацией его остова

Запишем уравнение статического равновесия трактора для схемы, представленной на рис. 2:

$$\begin{cases} \sum M_{O_2} = G \cdot 0,5 \cdot B - Y_1 \cdot \frac{B}{\cos \alpha} = 0; \\ \sum M_{O_1} = G \cdot 0,5 - Y_2 \cdot \frac{B}{\cos \alpha} = 0. \end{cases} \quad (8)$$

Из уравнений статического равновесия (8) имеем:

$$\begin{cases} \frac{Y_1}{Y_2} = 1; \\ Y_2 = 0,5 \cdot G \cdot \cos \alpha. \end{cases} \quad (9)$$

Следовательно, при наличии автоматической вертикальной стабилизации остова трактора нормальные реакции опорной поверхности колес по его бортам всегда равны. Предельные касательные силы ведущих колес, по условиям их сцепления с наклонной опорной поверхностью будут равны:

$$F_1 = F_2 = \varphi_{cy} \cdot 0,5 \cdot G \cdot \cos \alpha ,$$

где  $\varphi_{cy}$  – коэффициент сцепления колес с опорной поверхностью склона.

Отметим, что при вертикальной стабилизации остова трактора вес корпуса автомобиля не создает опрокидывающего момента относительно точки контакта колеса  $O_1$  (рис. 2), находящегося ниже по склону.

Следовательно, при вертикальной стабилизации остова крутосклонного трактора на склоне опрокидывающий момент от силы веса его остова момент отсутствует.

Поэтому для упрощения конструкции исполнительного механизма автоматической системы стабилизации достаточно производить только стабилизацию вертикального положения остова на склоне (рис. 3).

На рис. 3: рис. 3а – исполнительный механизм стабилизации остова трактора с помощью редуктора; 3б – исполнительный механизм стабилизации остова трактора, выполненный по типу «обратный маятник»; 1 – датчики измерения сил; 2 – шарнир крепления остова трактора к мосту; 3 – задний мост.

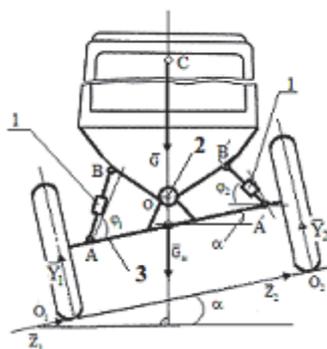


Рис. 3. Схемы механизма поперечной стабилизации остова крутосклонного трактора на склоне

### **Выводы**

1. Оптимальной схемой исполнительного механизма автоматической системы вертикальной стабилизации остова трактора является схема «обратный маятник», позволяющий размещение источников информации выдающих электрические сигналы, пропорциональных вертикальным реакциям опорной поверхности колес трактора на склоне.

2. Использование информации об изменении опорных реакций колес трактора в алгоритме автоматической системы вертикальной стабилизации остова трактора позволит существенно повысить его эффективность.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1 А.с. 753682 СССР, МКИ<sup>5</sup> В 60 G 19/06. Стабилизатор остова колесной машины / И.К. Гаджимурадов. – № 2110666/27-11; заявл. 07.03.75; опубл. 25.04.81, Бюл. № 15. – 4 с. А.с. 753682 СССР, МКИ<sup>5</sup> В 60 G 19/06.

2 Устройство для выравнивания остова транспортного средства / Ю.Н. Ярмашев, Ю.Г. Самарченко, В.С. Жилкин и В.Ф. Татаринов – № 3619149/27-11; заявл. 07.04.83; опубл. 15.10.84, Бюл. № 38. – 5 с.

### **БИОГРАФИЯ**

Я, *Kim Weon Woong* являюсь магистрантом кафедры «Техническая эксплуатация автомобилей» ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет» (г. Могилев, Республика Беларусь) университет.

Тема исследований: «Создание теоретических основ автоматической системы вертикальной стабилизации остова крутосклонного колесного трактора».

Я, Ким Валерий Андреевич, доктор технических наук, профессор, кафедры «Техническая эксплуатация автомобилей» ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет» (г. Могилев, Республика Беларусь) университет. Специалист в области «Автоматические системы управления движением колесных машин».

Я, Билык Софья Юрьевна, аспирант кафедры «Техническая эксплуатация автомобилей» ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет» (г. Могилев, Республика Беларусь) университет.

Я, Сазонов Игорь Сергеевич, ректор ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет» (г. Могилев, Республика Беларусь) университет, доктор технических наук, профессор.

Специалист в области «Динамика колесных и гусеничных машин»

Я, Марукович Евгений Игнатьевич, академик НАН Республики Беларусь, заведующий лабораторией института технологии металлов НАН РБ (г. Могилев).

**ACTUATING MECHANISM AND INITIAL DATA SOURCE  
OF THE ALGORITHM OF AUTOMATIC VERTICAL ROLL  
STABILIZATION SYSTEM OF HILLSIDE TRACTOR FRAMEWORK**

**Kim Weon Woong, V. Kim, S. Bilyk, I. Sazonov, E. Maroukovitch**

*State Institution of Higher professional Education "Belarusian-Russian University"  
(Mogilev, the Republic of Belarus),  
brutea@rambler.ru*

When the framework of the hillside tractor is stabilized vertically on the slope the overturning couple of weight force of its framework does not occur. That is why to simplify the construction of the actuating mechanism of the automatic stabilization system it is enough to stabilize the vertical position of the framework on the slope.

Thus the "inverted pendulum" scheme using force measuring sensors in the contact of the wheels of the wheeled tractor is most preferable for the vertical stabilization automated system of wheeled tractor framework.

**REFERENCES**

1. Gadzhimuradov, I. The Framework Stabilizer of the Wheeled Vehicle (in Russian).

**BIOGRAPHY**

Kim Weon Woong, is a student in the master's programme in "Vehicle Technical Maintenance" department of the State Institution of Higher Professional Education "Belarusian-Russian University".

The topic of the research is "Creation of Theoretical Basis of Vertical Stabilization Automatic System of Hillside Tractor Framework".

Sofia Bilyk is a postgraduate student of "Vehicle Technical Maintenance" department of the State Institution of Higher Professional Education "Belarusian-Russian University" (Mogilev, Belarus).

The topic of the research is "Increasing of Passing Ability for Combination Vehicles".

Valery Kim is a Doctor of Engineering Science, Professor of "Vehicle Technical Maintenance" department of the State Institution of Higher Professional Education "Belarusian-Russian University" (Mogilev, Belarus) and a specialist in the sphere of "Automatic Motion Control Systems for Wheeled Vehicles".

Igor Sazonov is the rector of the State Institution of Higher Professional Education "Belarusian-Russian University" (Mogilev, Belarus), Doctor of Engineering Science, Professor and a specialist in the field of "Performance of Wheeled and Track-Type Vehicles".

Evgeniy Maroukovitch is a member of the National Academy of Sciences of the Republic of Belarus, laboratory chief of the Institute of Metal Technologies of the National Academy of Sciences of the Republic of Belarus and a specialist for metal technology.

## УСЛОВИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ВЗРЫВА ДЕТОНАЦИОННЫХ НАНОАЛМАЗОВ

А.Л. Верещагин

*Бийский технологический институт АлмГТУ, Бийск val@bti.secna.ru*

Детонационные наноалмазы (ДНА) рассмотрены как сферические частицы, содержащие азот и водород внутри полости под давлением 2000 атм. Описаны условия, приводящие к их физическому взрыву.

Свойства ДНА отличаются по комплексу физико-химических свойств от технических и природных алмазов [1]. Расчеты показали, что газы, заключенные внутри отдельных частиц ДНА (азот и водород), должны находиться под давлением около 20 МПа при комнатной температуре [1]. На основании соответствующих расчетов была дана оценка растворимости водорода и азота в жидком алмазе – 3,84 см<sup>3</sup>/г и 3,38 см<sup>3</sup>/г соответственно. Предположив, что пониженная плотность частиц ДНА диаметром 5,1 нм, вызвана наличием сферических пустот получим, что в этом случае объем пустот должен составлять  $1 - 3,21/3,515 = 0,087$  или 8,7%. Для частицы ДНА диаметром 5,1 нм и объемом 69,4207 нм<sup>3</sup> объем полости будет составлять 6,0396 нм<sup>3</sup> и соответствовать сфере диаметром 2,26 нм. Толщина стенки будет составлять 1,33 нм или несколько больше 8 длин связи С-С (0,154 нм).

Следует отметить, что ДНА образуется в таких же условиях, что и капли принца Руперта (КПР, закаленного стекла), образуемые при попадании в воду капель расплавленного стекла. Частицы такого стекла характеризуются высокими внутренними напряжениями. Вследствие этого стекло обладает не только повышенными прочностными характеристиками, но и высокой хрупкостью. Скорость разрушения таких частиц достигает 1500-1800 м/сек, что ближе к скорости детонации ВВ [2]. Было установлено [3], что КПР характеризуются высокими сжимающими напряжениями на поверхности (100-160 МПа) и растягивающими напряжениями (50-80 МПа) в ядре [4]. Сопоставим свойства ДНА и КПР. Величины микронапряжений и энергонасыщенности ДНА и КПР представлены в таблицах 1 и 2.

Для ДНА уровень микронапряжений составляет 10 ГПа [1], что на порядок превышает уровень сжимающих микронапряжений у закаленного стекла. Принимая во внимание, что сжимающие напряжения превышают растягивающие для закаленного стекла от двух до пяти раз, то можно предположить, что для ДНА величины сжимающих напряжений будут находиться в диапазоне от 6,7 до 8,3 ГПа, а растягивающих – от 3,3 до 1,7 ГПа.

Из представленных данных следует, что по величине запасенной энергии ДНА уступает только ВВ, поскольку избыточная энергия ДНА концентрируется на границе раздела аморфной и кристаллической фаз, а у ВВ – в химических связях. В связи с

представленными данными можно предположить, что разрушение или уменьшение толщины сжимающей кристаллической оболочки частиц ДНА может приводить к их взрывному разрушению.

Таблица 1

**Метаустойчивость ДНА и КНР**

Образец	Микронапряжения, МПа	Источник
ДНА, 4...6 нм	10000 (суммарное)	1
КНР, сжимающие / растягивающие напряжения	100-160/50-80	4

Таблица 2

**Энергонасыщенность**

Образец	Плотность запасенной энергии, МДж/м <sup>3</sup>	Источник
Закаленное стекло	0,06-1,0	5
Сплавы с памятью формы	10	
Азид свинца при 50% плотности	10000	
ДНА	1375* - 8525**	

\* расчет был проведен для порошка ДНА с насыпной плотностью 0,5 г/см<sup>3</sup> и энтальпией образования 2 750 кДж/кг [1].

\*\* расчет для частицы ДНА плотностью 3,1 г/см<sup>3</sup>.

Из анализа ранее опубликованных данных следует, что физический взрыв ДНА имел место:

1. При механическом разрушении в планетарной мельнице с ускорением 60 g;
2. В результате химической реакции в реакции с водородом при 573 К [1],
3. При анодном окислении в электролите хромирования.
4. В процессе горения конденсированного состава. Так, процесс горения смеси нитрита натрия с ДНА (СВС процесс в расчете на образование карбоната натрия) сопровождается интенсивным диспергированием по сравнению со сгоранием смеси с активированным углем.
5. Действие лазерного излучения и потока электронов – Облучение ДНА фотонами импульсного Nd:YAG лазера с длиной волны 1064 нм, приводило к бурному разложению ДНА [5]. К такому же физическому взрыву приводило и облучение частиц ДНА пучком электронов в электронном микроскопе.

Отметим сопротивление ДНА процессам компактирования и спекания. При изучении возможности спекания ДНА ставилась задача получения материала с аномально высокой теплопроводностью монокристаллического алмаза. Для этого гетерофаз-

ную систему ДНА нужно превратить в гомофазную, устранив внутренние напряжения и высокий потенциальный барьер. Многочисленные попытки, например, [6] не привели к созданию такого материала. Очевидно, для осуществления такого процесса компактирования следует учитывать высоконапряженную природу частиц ДНА.

Таким образом, запасенная энергия детонационных наноалмазов при нарушении баланса между сжимающими напряжениями кристаллической оболочки и растягивающими напряжениями аморфной фазы ядра и газовых включений в результате механических воздействий, подрыва, горения, импульсного расширения аморфной фазы и других подобных внешних воздействий, может освобождаться в виде физического нановзрыва.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Верещагин А.Л. Свойства детонационных наноалмазов. Алт. гос. тех. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2005. – 134 с.
2. Wong S.-C. Disruptive burning of aluminium/carbon slurry droplets / Wong S.-C., Turns S.R. // *Combustion Science and Technology*. – 1989. – V.66, № 1-3. – P. 75–92. 279.
3. Chaudhri M.M. Explosive Disintegration of Thermally Toughened Soda-Lime Glass and Prince Rupert's Drops // *Phys. Chem. Glasses; Eur. J. Glass Sci. Technol. B*. – 2006, V. 47.– № 2. – P. 136–141.
4. Silverman M.P. Fragmentation of Explosively Metastable Glass / M.P. Silverman, W. Strange, J. Bower, L. Ikejima // *Phys. Scr.* 85 (2012) 065403 (9pp) doi:10.1088/0031-8949/85/06/065403.
5. Lin K.-W. / Laser-induced Intracuster Reactions of Oxygen-Containing Nanodiamonds / K.-W. Lin, C.-L. Cheng, H.-C. Chang // *Chem. Mater.*, 1998, 10 (7), pp. 1735–1737. DOI: 10.1021/cm980016c.
6. Наноалмазы детонационного синтеза: получение и применение / П.А. Витязь [и др.]; под общ. ред. П.А. Витязя. – Минск: Беларус. навука, 2013. – 381 с.

#### БИОГРАФИЯ

Я, Верещагин Александр Леонидович, работаю в области наноматериалов и нанобиологии и специализируюсь в области изучения свойств и применения детонационных наноалмазов.

Работаю заведующим кафедрой общей химии и экспертизы товаров в Бийском технологическом институте Алтайского государственного технического университета, г.Бийск. Моя жена Пак Наталия Дмитриевна из семьи депортированных корейцев с Дальнего Востока.

Доктор химических наук с 2004 года. Область научных интересов включает применение наноматериалов для регулирования мембранных процессов в интересах сельского хозяйства и медицины.

## CONDITIONS OF PHYSICAL EXPLOSION OF DETONATION NANODIAMONDS

**A.L. Vereshchagin**

*Biysk Technological Institute of AltSTU,  
Biysk val@bti.secna.ru*

Detonation nanodiamonds (DND) are considered as spherical particles containing nitrogen and hydrogen inside the cavity at a pressure of 2000 atm. The conditions leading to their physical explosion are described.

The properties of DND differ in the complex of physical and chemical properties from technical and natural diamonds [1]. Calculations have shown that gases enclosed within individual particles of DND (nitrogen and hydrogen) should be at a pressure of about 20 MPa at room temperature [1]. Assuming the reduced density of DND particles 5.1 nm in diameter, caused by the presence of spherical voids, it was found that in this case the volume of voids should be 8.7%. For a 5.1 nm DND the cavity diameter is of 2.26 nm. The wall thickness will be 1.33 nm.

It should be noted that the DND is formed under the same conditions as the drops of Prince Rupert formed when water droplets of molten glass enter the water. The particles of such a glass are characterized by high internal stresses.

For the DND, the microstress level is 10 GPa [1], it can be assumed that for the DND, the compressive stresses will be in the range from 6.7 to 8.3 GPa, and the tensile stresses will be from 3.3 to 1.7 GPa.

It can be assumed that the destruction or reduction of the thickness of the compressing crystal shell of the DND particles can lead to their explosive destruction.

From an analysis of previously published data it follows that a physical explosion of the DND took place:

1. In the case of mechanical failure in a planetary mill with an acceleration of 60 g;
2. As a result of the chemical reaction in the reaction with hydrogen at 573 K [1];
3. During anodic oxidation in chromium electrolyte.
4. In the process of combustion of a condensed composition. Thus, the combustion of a mixture of sodium nitrite with DND (SHS process based on the formation of sodium carbonate) is accompanied by intense dispersion compared to the combustion of a mixture with activated carbon.
5. Effects of laser radiation and electron flux.

Note that this model explains the resistance of the DND to the compaction and sintering processes. Thus, the stored energy of detonation nanodiamonds when the balance between the compressive stresses of the crystalline envelope and the tensile stresses of the amorphous phase of the core and gas inclusions as a result of mechanical influences, explosion, combustion, pulsed expansion of the amorphous phase and other similar external influences distorts the balance in the form of physical nanoexplosives.

#### REFERENCES

1. Vereshchagin A.L. Properties of detonation nanodiamonds. Alt. state. those. University, ВТИ. – Biysk From Alt. state. tech. University, 2005. – 134 p.

#### BIOGRAPHY

I, Vereshchagin Alexander Leonidovich, work in the field of nanomaterials and nanobiology and specialize in the study of the properties and application of detonation nanodiamonds.

I work as the head of the Department of General Chemistry and Expertise of Goods at the Biysk Technological Institute of the Altai State Technical University, Biysk. My wife Pak Natalia is from a family of deported Koreans from the Far East.

I am Doctor of Chemical Sciences since 2004. The field of my scientific interests includes the use of nanomaterials for regulation of membrane processes in the interests of agriculture and medicine.

#### ПОЛУЧЕНИЕ ЛИГАТУРЫ ИЗ ШЕЕЛИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА

Е.Д. Ким<sup>1</sup>, **В.В. Гостищев<sup>2</sup>**, Э.Х. Ри<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск*

<sup>2</sup>*Институт материаловедения ХИЦ ДВО РАН, Хабаровск*

Получены лигатурные сплавы методом алюминотермии на основе шеелитового концентрата Дальневосточного региона с использованием оксидов хрома, молибдена. Методом термогравиметрии установлено увеличение термичности реакций при совместном восстановлении оксидов. Для получения лигатуры на основе шеелитового концентрата необходимо проводить совместное восстановление с оксидами.

Одной из наиболее важных проблем науки и промышленного производства является получение материалов с повышенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами. Для получения материалов с повышенными свойствами в настоящее время широко используется легирование [1]. При добавке в расплавы традиционных материалов лигатурных сплавов наблюдается достижение более высокого уровня свойств. В мировой практике и науке до настоящего времени наблюдается активное создание новых составов лигатур для различных областей использования [2]. Известные технологические схемы получения сплавов лигатур обладают рядом известных недостатков. Перспективным направлением работ по снижению себестоимости лигатур является разработка технологии прямого получения продуктов посредством внепечного металлотермического синтеза оксидов металлов [3]. При этом для снижения стоимости шихтовых материалов экономически це-

лесообразно использование минеральных концентратов с минимальной их предварительной подготовкой.

Для проведения экспериментов использовали оксиды вольфрама, молибдена, хрома. В качестве восстановителя применяли алюминий марки ПА-1. Исследование элементного состава проводили с использованием анализатора СПЕКТРОСКАН-V. Для исследования морфологии, качественного и количественного анализа химического состава структурных составляющих использовали растровый электронный микроскоп SU-70 Hitachi (Япония) с энергодисперсионной приставкой. Термически й анализ проводился при использовании дериватографа Q 1000. При получении сплава 1 в состав шихты входили, мас.% 65 -  $\text{CaWO}_4$ , 23 -  $\text{MoO}_2$ , 12 -  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , при этом элементный состав полученного сплава состоял, мас. % Cr-22.8, Mo-29.32, W-44.4. Для сплава 2 шихта состояла из шеелитового концентрата а элементный состав полученного сплава был следующий, мас. %: W – 39.99, Al – 59.8, примеси – остальное.

На первом этапе проводили исследования по установлению термичности алюминотермического процесса оксидов по отдельности и при совместном восстановлении. На рис. 1 приведены термогравиметрические зависимости при использовании шихты оксидов с восстановителем (алюминий) по отдельности и совместно. Как следует из полученных результатов энергия (кривая ДТА), характеризующая экзотермичность шихты Al- $\text{WO}_3$  имеет наиболее низкие значения. При этом другие системы - Al- $\text{MoO}_3$  и Al-  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  имеют более высокую энергию, выделяющуюся при реакции. Добавка в шихту содержащую оксиды  $\text{WO}_3$ , оксидов  $\text{MoO}_3$  и  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  приводит к повышению энергии процесса при одновременном увеличении максимума температуры процесса с 860 °С до 900 °С. Таким образом система составленная из комплекса оксидов наиболее оптимальна для повышения энергии восстановления и позволяет формировать сплавы комплексного состава.

На втором этапе были проведены эксперименты с алюминотермическим восстановлением только шеелитового концентрата и при совместном его восстановлении с оксидами Mo и Cr.

На рис. 2 и табл. 1 приведена структура (рис. 2, а) и состав структурных составляющих в табл. 1.

Округлые включения светлой фазы (точки 1-5) в своем составе содержат W (64 - 74 ат. %), Mo (17 - 18 ат. %) и Cr (~ 8 ат. %). Точки 1, 4 и 5 дополнительно содержат Al (точка 1 - ~ 5 ат. %, 4 - ~ 9 ат. %, ~ 5 - 11 ат. %). Интересно, что точка 1 в своем составе дополнительно содержит кроме Al, - O (~ 4ат. %), по-видимому, реакция восстановления данного включения прошла не полностью. Более темные включения (точки 6-8, 14) содержат Al (~ 15ат. %), меньше вольфрама W (18 - 36 ат. %) и повышенную концентрацию Mo (22 - 31 ат. %) и Cr (23 - 34 ат. %). Более светлая фаза на темном фоне, расположенная в виде мелких включений (точки 9,10) содержат большое количество Si (~ 16 ат. %), P (~ 10 ат. %) и Fe (~ 0,6 ат. %) при резком снижении концентрации W (~ 8 ат. %), Mo (~ 24 ат. %), тогда как количество Cr осталось на прежнем уровне (~ 34 ат. %). Матричный сплав содержит Cr (до 50 ат. %), P (до 23 ат. %), W (~ 7 ат. %), Mo (~ 13 ат. %) и несколько повышенную концентрацию Fe (~ 0,8 ат. %).

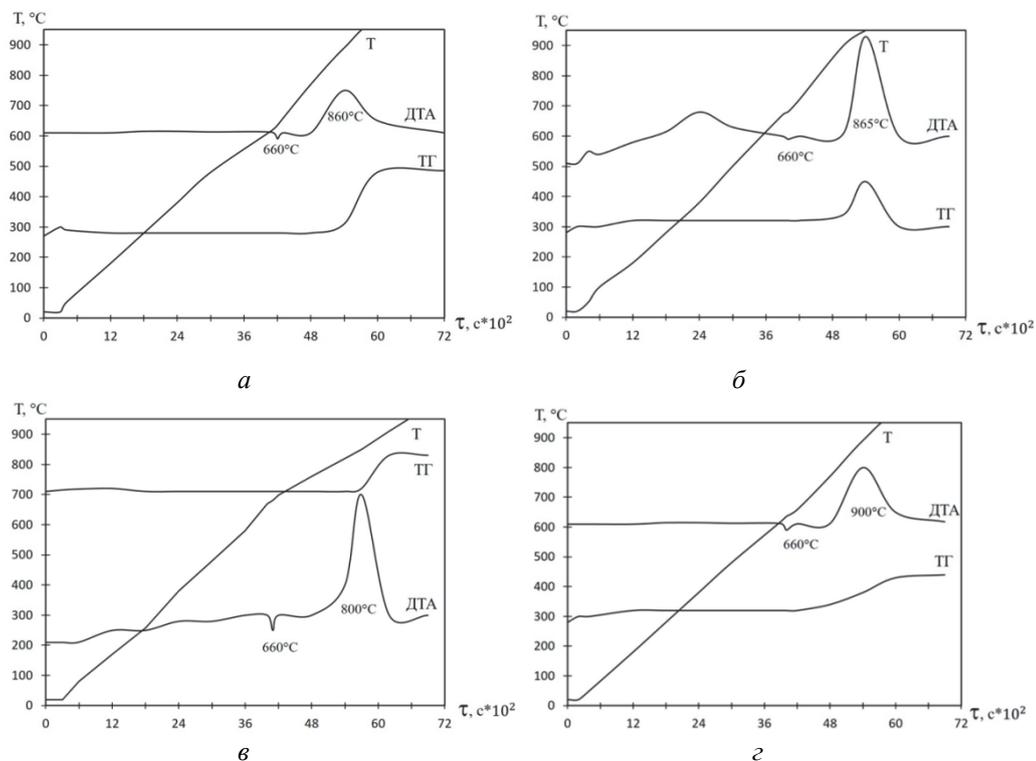


Рис. 1. Термогравиметрические зависимости восстановления алюминием оксидов:  
*a* –  $WO_3$ ; *б* –  $MoO_3$ ; *в* –  $Cr_2O_3$ ; *г* –  $WO_3$ -  $MoO_3$ -  $Cr_2O_3$

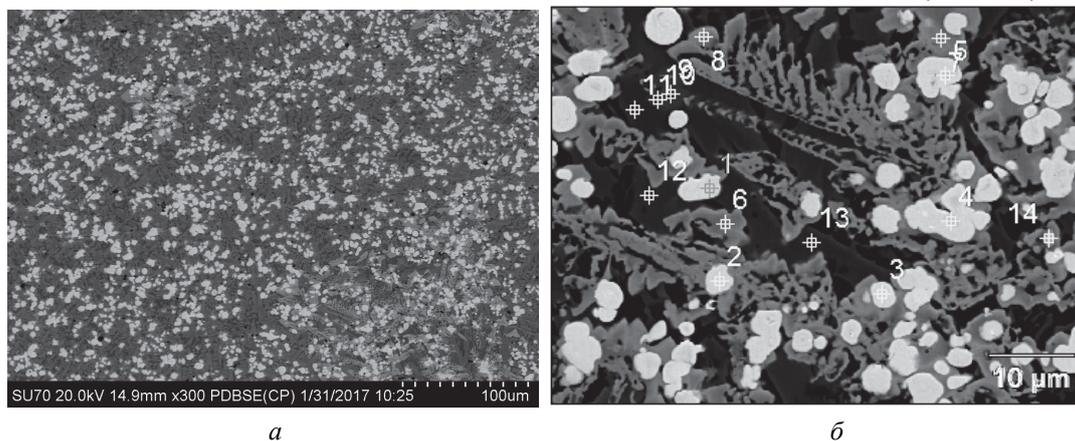


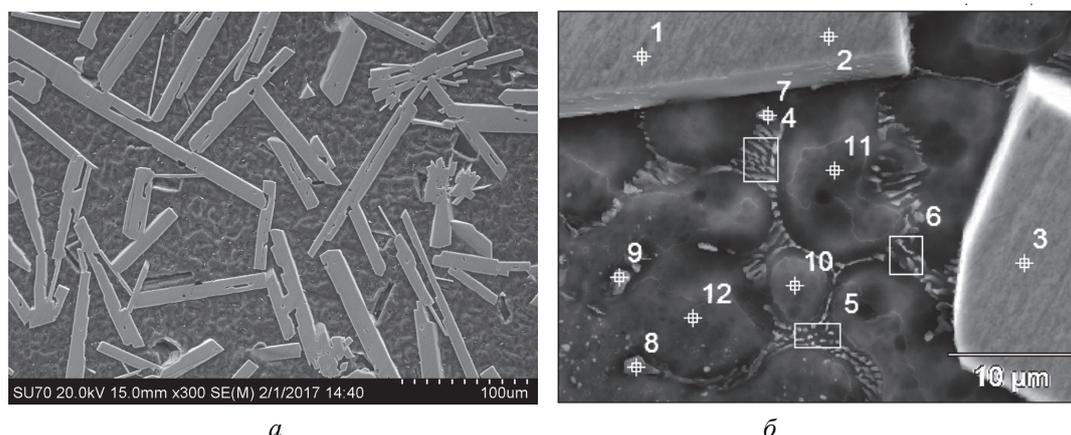
Рис. 2. Микроструктура образца сплава 1:  
*a* – общий вид микроструктуры образца; *б* – точки проведения микрорентгеноспектрального анализа

Таблица 1

**Содержание химических элементов в точках проведения микрорентгеноспектрального анализа сплава 1**

№ п/п точки	Содержание элементов в точках анализа							
	O	Al	Si	P	Cr	Fe	Mo	W
	ат. %							
1	4.76	5.72			7.87		16.94	64.72
2-3					8.40		17.5	73.46
4-5		11,54			16,45		22.35	48.50
7-8		15.14			31.18	0.42	30.85	22.58
9-10		7.36	16.80	9.64	33.49	0.61	23.30	8.14
11-13		5.24		22.88	51.13	0.73	13.39	6.24
14		14.52		2.22	23.86	1.09	22.20	36.11

На рис. 3 приведена микроструктура и точки анализа фаз, где проводили микро-рентгеноспектральный анализ. Точки 1-3 содержат W (19,78 – 20,93 ат. %) и большое количество Al (66,7 – 71,2 ат. %) а также значительное количество O (8,43 – 13,52 ат. %), последнее свидетельствует о не полном восстановлении шихты. Далее микроанализ проводился по областям 4-6, эти области можно идентифицировать как эвтектику, содержащую в среднем максимальное количество Al (88,71 – 91,83 ат. %) и O (5,54 – 7,91 ат. %). Включения в эвтектике содержат большую концентрацию Fe (5,05 – 8,82 ат. %), другие компоненты содержатся примерно в том же количестве, как и в анализе по областям (4-6). В фазах точки 10-12 кардинальных изменений элементного состава не наблюдается, несколько снижено содержание Fe.



*Рис. 3. Микроструктура образца сплава 2:*

*a* – общий вид микроструктуры образца; *б* – точки проведения микрорентгеноспектрального анализа

Таблица 2

**Содержание химических элементов в точках проведения  
микрорентгеноспектрального анализа сплава 2**

Номер точки на рисунке	Содержание элементов в точках анализа				
	O	Al	Mn	Fe	W
ат. %					
1	10.35	66.70			20.4
4	8.51	84.71	0.16	6.39	0.58
11	10.21	89.52	0.04	0.07	0.21

Таким образом в результате проведенных исследований подтверждены выводы сформулированные по результатам термографических исследований алюминотермии оксидов по отдельности и совместно о более высокой термичности процесса в последнем случае. Для предотвращения попадания в лигатуру примесей Si и P необходимо предусмотреть предварительную подготовку шеелитового концентрата.

**Благодарности:**

Исследования проводились на оборудовании ЦКП «Прикладное материаловедение» ФГБОУ ВО «ТОГУ» при финансовой поддержке со стороны Минобрнауки РФ в рамках гос. заданий (№ гос. рег. 11.7208.2017/7.8 и 11.3014.2017/4.6)

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Ри Э.Х. Влияние лигатуры с алюминидами Ni и PЗМ на структуру и свойства силумина и сплава Al-Cu / Э.Х. Ри, Хосен Ри, М.А. Калаушин, С.Н. Химухин, А.В. Гончаров // Металлургия машиностроения. – № 6. – 2016. – С. 20–24.
2. Химухин С.Н. Интерметаллидные покрытия после испытаний на жаростойкость / С.Н. Химухин, В.В. Гостищев, А.В. Меднева, Хосен Ри., Э.Х. Ри // Вестник БГТУ. – 2017. – № 2, (55). – С. 125–133.
3. Гостищев В.В. Получение комплексно-легированных алюминидов никеля и лигатур сложного состава металлотермией оксидов металлов / Гостищев В.В., Ри Э.Х., Ким Е.Д., Химухин С.Н. // Цветные металлы. – 2017. – № 10. – С. 37–42.

**БИОГРАФИЯ**

Я работаю в области материаловедения и литейного производства и специализируюсь на получении легирующих сплавов из минерального сырья. Работаю инженером УНИР в ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет» г. Хабаровск. Закончил магистратуру ДВФУ в 2016 году, на сегодняшний день обучаюсь в аспирантуре на кафедре «Литейное производство и технология металлов» в ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет» г. Хабаровск. Область моих научных интересов включает минеральные концентраты, металлотермический синтез,

получение комплексных лигатур, современные ресурсосберегающие технологии производства сплавов.

## OBTAINING THE LIGATURE FROM THE SHELIT CONCENTRATE

E.D. Kim<sup>1</sup>, V.V. Gostishchev<sup>2</sup>, E.H. Ri<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Pacific Ocean State University, Khabarovsk, Russia,  
jenya\_1992g@mail.ru*

<sup>2</sup>*Institute of Materials Science of the Khabarovsk Scientific Center  
of the Far-Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences,  
V-gostishev@mail.ru*

One of the most important problems of science and industrial production is the production of materials with increased physical, mechanical and operational properties. To obtain materials with enhanced properties, doping is now widely used [1]. With the addition of traditional ligature alloy materials to melts, a higher level of properties is observed. In the world practice and science to date, there has been an active development of new compositions of ligatures for various areas of use [2]. The known technological schemes for obtaining alloys of ligatures have a number of known drawbacks. A promising area of work to reduce the cost of master alloys is the development of a technology for the direct production of products through out-of-furnace metallothermic synthesis of metal oxides [3]. At the same time, to reduce the cost of charge materials, it is economically feasible to use mineral concentrates with minimal preliminary preparation.

For the experiments, oxides of tungsten, molybdenum, chromium were used. As a reducing agent used aluminum grade. In the preparation of alloy 1, 65 wt.% CaWO<sub>4</sub>, MoO<sub>3</sub>.sub.2, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> was included in the charge composition, the elemental composition of the resulting alloy being, wt. % Cr-22.8, Mo-29.32, W-44.4. For the alloy 2, the charge consisted of scheelite concentrate, and the elemental composition of the resulting alloy was the following, wt. %: W-39.99, Al-59.8, impurities-balance.

At the first stage, studies were carried out to establish the thermal character of the aluminothermic process of oxides separately and in joint regeneration. In Fig. 1 shows the thermogravimetric dependencies when using a charge of oxides with a reducing agent (aluminum) separately and together. The system composed of a complex of oxides is most optimal for increasing the energy of reduction and allows the formation of alloys of the complex composition.

At the second stage, experiments were carried out with the aluminothermic reduction of only the scheelite concentrate and its simultaneous reduction with Mo and Cr oxides.

As a result of the studies carried out, the conclusions of thermo-graphical studies of the aluminothermia of oxides were confirmed separately and jointly on the higher thermal character of the process in the latter case. To prevent the ingress of Si and P impurities into the master alloy, it is necessary to provide preliminary preparation of scheelite concentrate.

## REFERENCES

1. Ri E.H. Vliyaniye ligatury s alyuminidami Ni i RZM na strukturu i svoystva silumina i splava Al-Cu / E.H. Ri, Hosen Ri, M.A. Kalaushin, S.N. Khimukhin, A.V. Goncharov // Metallurgiya mashinostroyeniya. – № 6. – 2016. – Pp. 20–24.
2. Khimukhin S.N. Intermetallidnyye pokrytiya posle ispytaniy na zharostoykost'/ S.N. Khimukhin, V.V. Gostishchev, A.V. Medneva, Hosen Ri., E.H. Ri // Vestnik BGTU. – 2017. – № 2, (55). – pp. 125–133.
3. Gostishchev V.V. Polucheniye kompleksno-legirovannykh alyuminidov nikelya i ligatur slozhnogo sostava metallotermiyei oksidov metallov /Gostishchev V.V., Ri E.H., Kim E.D., Khimukhin S.N. // Tsvetnyye metally. – 2017. – № 10. – Pp. 37–42.

## BIOGRAPHY

I work in the field of materials science and foundry and specialize in the production of alloying alloys from mineral raw materials. I work as an engineer of the UNIR in the "Pacific State University", Khabarovsk. I graduated from the FEFU Master's Degree in 2016, today I am studying at the postgraduate course at the Department of Foundry and Metal Technology at the Pacific National University, Khabarovsk. The field of my scientific interests includes mineral concentrates, metallothermic synthesis, obtaining complex ligatures, modern resource-saving technologies for the production of alloys.

**ПРИМЕНЕНИЕ НАСЛЕДСТВЕННОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ  
ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ЛИТЬЯ СИЛУМИНА**

**Е.И. Марукович, В.Ю. Стеценко**

*Институт технологии металлов Национальной академии наук Беларуси,  
г. Могилев, Беларусь, lms@itm.by*

Основными проблемами литья силумина являются: отсутствие универсальности модификаторов и ограниченность их действия; насыщение расплава водородом и оксидом алюминия; дендритная микроструктура эвтектики. Показано, что эти проблемы можно решить способом наследственного модифицирования, разработанного в Институте технологии металлов Национальной академии наук Беларуси.

Силумин является перспективным конструкционным материалом для промышленности. Этот сплав имеет малую плотность, невысокую стоимость, низкую температуру плавления и высокие литейные свойства. Но при литье заготовок из силумина с высокими механическими и антифрикционными свойствами возникает ряд существенных технологических проблем.

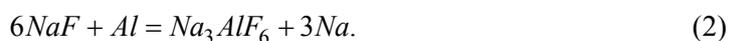
Первая проблема – отсутствие универсальности модификаторов и ограниченность их действия. Для модифицирования первичных кристаллов  $\alpha$ -фазы (алюминия) в ос-

новном используют лигатуру  $Al - Ti - B$ . Для модифицирования эвтектики наибольшее распространение получили натрийсодержащие модификаторы. Для модифицирования первичных кристаллов  $\beta$ -фазы (кремния) в основном используют фосфоросодержащие лигатуры. При этом модифицирующими элементами являются натрий и фосфор. При их совместном использовании образуются фосфиды, которые не оказывают модифицирующим действием. В результате в отливках заэвтектического силумина измельчаются только первичные кристаллы кремния, а эвтектика остается немодифицированной, и наоборот. Время действия натрийсодержащего модификатора не превышает 40 минут, что не позволяет использовать его при непрерывном процессе литья. Кроме этого, для всех примесных модификаторов существует концентрационный предел, при превышении которого происходит демодифицирование микроструктуры отливок (перемодифицирование). Это явление ограничивает использование возврата и вторичных чушковых силуминов для получения качественных заготовок.

Вторая проблема – насыщение расплава силумина водородом и оксидом алюминия. Для модифицирования алюминиево-кремниевой эвтектики используют модификатор, содержащий хлорид и фторид натрия. Первый взаимодействует с жидким силумином по следующей реакции:



При этом образуется жидкий натрий и выделяется газообразный хлорид алюминия, который является экологически небезопасным веществом. Фторид натрия взаимодействует с расплавом силумина по известной реакции:

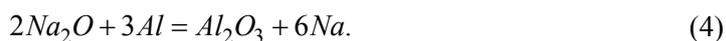


При этом образуется жидкий натрий и криолит. Натрий не растворяется в жидком силумине из-за относительно большой разницы атомных и ионных радиусов с алюминием и кремнием. Поэтому натрий в расплаве силумина находится в виде эмульсии. Она образуется вследствие того, что жидкий натрий обладает значительно меньшим удельным поверхностным натяжением, чем расплав силумина. Образование в нем натриевой эмульсии подтверждается тем, что после модифицирующей обработки вязкость жидкого эвтектического силумина возрастает в 15 раз [1]. Натриевая эмульсия из-за малой плотности обладает относительно низкой устойчивостью, что определяет действие модифицирующего эффекта не более 40 минут. Всплывая на поверхность, жидкий натрий взаимодействует с атмосферными парами воды по следующей реакции:



Молекулы водорода, адсорбируясь поверхностью расплава, распадаются на атомы, которые проникают в жидкий силумин. В результате происходит его насыщение водородом. Этот процесс ускоряется интенсивной воздушной конвекцией, происхо-

дящей над поверхностью расплава. Здесь сильно нагретый и осушенный воздух ускоренно поднимается вверх, а на его место интенсивно поступает более влажный атмосферный воздух. Он будет взаимодействовать со всплывающей натриевой эмульсией в соответствии с реакцией (3). В результате процесс насыщения расплава силумина водородом будет идти ускоренно и непрерывно. Кроме этого, образующийся по реакции (3) оксид натрия будет взаимодействовать с жидким силумином по следующей реакции:



При этом образуются оксид алюминия и жидкий натрий. Частицы  $Al_2O_3$  будут тонуть в силуминовом расплаве, а натрий – взаимодействовать с атмосферными парами воды по реакции (3). В результате этих процессов жидкий силумин относительно быстро насыщается оксидом алюминия и водородом. Если рафинировать и (или) фильтровать расплав силумина после его обработки натрийсодержащим модификатором, то исчезает натриевая эмульсия и эффект модифицирования эвтектики.

Третья проблема – формирование в отливке дендритной эвтектической микроструктуры кристаллов кремния. Это не позволяет получать заготовки с высокими механическими и антифрикционными свойствами. Чтобы их достичь, необходимо получать отливки с высокодисперсными глобулярными кристаллами эвтектического кремния.

Решить технологические проблемы литья силумина для получения заготовок с высокими механическими и антифрикционными свойствам и можно путем отказа от применения примесных модификаторов. Для этого в Институте технологии металлов Национальной академии наук Беларуси (ИТМ НАН Беларуси) разработан эффективный способ наследственного модифицирования [2]. Он основан на явлении структурной наследственности, при которой микроструктура шихтовых силуминов, после их переплава, наследуется получаемыми отливками. В настоящее время при литье силуминов в основном используется плохая структурная наследственность. Применяемые силуминовые шихтовые материалы имеют, как правило, крупнокристаллическую микроструктуру, которая при переплаве наследуется получаемыми отливками. Поэтому и применяется примесное модифицирование – использование примесных модификаторов. Чтобы этого избежать, необходимо в качестве шихтовых материалов использовать мелкокристаллический силумин.

Время живучести процесса наследственного модифицирования силумина зависит от дисперсности и морфологии кристаллов эвтектического кремния. Чем они мельче и глобулярны, тем более устойчивы в расплаве, так как удельная межфазная поверхностная энергия пропорциональна радиусу кривизны кристалла [2]. Установлено, что если в качестве шихтовых материалов использовать отливки из силумина с глобулярным эвтектическим кремнием дисперсностью 1...4 мкм, то время живучести процесса наследственного модифицирования, в обычных условиях литья, составляет 2...3 часа. Это позволило разработать принципиально новый способ наследственного модифи-

цирования, позволяющий решить проблемы литья силуминов. Для осуществления этого способа используется литье в кристаллизатор с затоплено-струйной системой охлаждения [2]. Он, при прочих равных гидравлических параметрах, по сравнению с обычным (щелевым) кристаллизатором, позволяет увеличить коэффициент теплоотдачи от охлаждаемой поверхности гильзы к охладителю более чем в 2 раза [2]. Линейная скорость затвердевания отливок диаметром 100 мм из эвтектического силумина в кристаллизаторе с затоплено-струйной системой охлаждения в среднем в 3 раза выше, чем таких же отливок, но полученных литьем в обычный кристаллизатор. Это обеспечивает получение отливок из силумина с глобулярным кремнием дисперсностью 2...3 мкм без применения примесных модификаторов. Разработанный способ наследственного модифицирования экологически безопасен.

В настоящее время разработана технология непрерывного и циклического литья силуминов в кристаллизаторы с затоплено-струйной системой охлаждения. Скорость непрерывного горизонтального литья слитков диаметров 70 мм из силумина с глобулярным кремнием (СГК) составляет в среднем 1,2 м/мин. Производительность процесса циклического литья в глуходонный кристаллизатор с затоплено-струйной системой охлаждения, рабочей втулкой с внутренним диаметром 100 мм и высотой 300 мм составляет в среднем 1,4 т/ч. При попеременном литье в два таких кристаллизатора производительность процесса будет составлять 3 т/ч. Это позволит обеспечить необходимыми шихтовыми силуминовыми отливками с высокодисперсной микроструктурой и глобулярным эвтектическим кремнием любой литейный цех и решить технологические проблемы литья силумина.

Разработанный способ наследственного модифицирования позволяет получать отливки из СГК с высокими механическими и антифрикционными свойствами. После термической обработки по режиму T5 непрерывнолитые заготовки из эвтектического СГК с содержанием меди 3% имели временное сопротивление разрыву 350...450 МПа и относительное удлинение 3...5%. После прокатки со степенью деформации 65% предел прочности на разрыв увеличился в среднем на 40%, а относительное удлинение – в 4 раза. Высокая степень структурной инверсии и высокодисперсная микроструктура обеспечивают СГК уникальные антифрикционные свойства. Их исследовали в Санкт-Петербургском институте машиностроения. Были проведены сравнительные триботехнические испытания образцов из СГК и бронзы БрОЦС5-5-5. Установлено, что при испытании на торцевой машине трения в отсутствие смазки при нормальном напряжении 12,8 Н и вращении со скоростью 620 об/мин:

– линейный износ образцов из СГК по стали 45 в 7 раз ниже, чем у аналогичных образцов из бронзы;

– коэффициент трения скольжения по стали 45 у образцов из СГК в 1,65 раз ниже, чем у аналогичных образцов из бронзы. Установлено, что при испытании на машине трения СМЦ-2 со смазкой И20А при нормальном напряжении 200 Н и вращении со скоростью 300 об/мин:

– линейный износ образцов из СГК по стали 45 в 23 раза меньше, чем у аналогичных образцов из бронзы;

– коэффициент трения по стали 45 у образцов из СГК в 1,35 раз ниже, чем у аналогичных образцов из бронзы.

Аналогичные результаты получены по сравнению с бронзой БрАЖ9-4. Испытания проводили на машине трения СМЦ-2 в условиях сухого трения по схеме «вал – втулка» при давлении 0,6 МПа и скорости скольжения образца относительно стального шлифованного вала из стали 45 – 0,38 м/с. Было установлено, что линейный износ образцов из СГК в 10...15 раз ниже, чем у аналогичных образцов из бронзы БрАЖ9-4. Были проведены опытно-промышленные испытания деталей из СГК в сравнении с аналогичными из бронз. Эти испытания показали, что детали из СГК по износостойкости и ресурсу работы либо превосходят аналогичные детали из бронз, либо не уступают им.

В ИТМ НАН Беларуси из СГК изготавливают: сплошные мерные заготовки диаметром до 200 мм и высотой 250 мм; полые заготовки наружным диаметром от 90 до 350 мм и высотой до 200 мм; непрерывнолитые прутки диаметром от 40 до 80 мм. Стоимость заготовок из СГК в 3 раза меньше, чем аналогичных заготовок из бронз. Поставка заготовок из СГК осуществляется по ТУ ВУ 700002421.003–2011. Область применения заготовок из СГК: подшипники скольжения, шестерни червячных колес редукторов, втулки балансиров и шарнирных соединений, вкладыши люнета токарных станков и прессов, втулки сателлитов дифференциалов и сальниковых букс, поршни гидроцилиндров, направляющие втулки и другие детали узлов технологического оборудования. СГК является новым антифрикционным материалом, который с успехом может заменять более тяжелые и дорогостоящие серийные антифрикционные бронзы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Боом Е.А. Природа модифицирования сплавов типа силумин. – М.: Металлургия, 1972. – 72 с.
2. Марукович Е.И., Стеценко В.Ю. Модифицирование сплавов. – Минск: Беларуская навука, 2009. – 192 с.

#### БИОГРАФИЯ

Я, Евгений Игнатьевич Марукович, работаю в области технических наук по специальности литейное производство металлургической отрасли. По специальности работаю с 1972 года. Моя должность – заведующий лабораторией Института технологии металлов Национальной академии наук Беларуси. Ученую степень доктора технических наук получил в г. Москве, Россия в 1992 году. Мои научные интересы включают: разработку новых технологий специальных способов литья; создание новых сплавов с высокими механическими и антифрикционными свойствами; теорию литейных процессов.

Я, Владимир Юзефович Стеценко, работаю в области технических наук по специальности литейное производство металлургической отрасли. По специальности рабо-

таю с 1982 года. Моя должность – заведующий лабораторией Института технологии металлов Национальной академии наук Беларуси. Ученую степень кандидата технических наук получил в г. Минске, Беларусь в 2005 году. Мои научные интересы включают: разработку новых технологий специальных способов литья; создание новых сплавов с высокими механическими и антифрикционными свойствами; теорию литейных процессов.

### **APPLICATION OF HEREDITARY MODIFYING FOR THE SOLUTION OF PROBLEMS OF CASTING OF SILUMINS**

**E.I. Marukovich, V.Y. Stetsenko**

*Institute of technology of metals of National Academy of Sciences of Belarus,  
Mogilev, Belarus, lms@itm.by*

Silumin is perspective constructional material for the industry. By production of castings from silumin with high mechanical and antifriction properties there are technological problems. The main problems of casting of silumins are: absence of universality of modifiers and limitation of their action; saturation of a melt hydrogen and oxide of aluminum; arborescent microstructure of eutectic.

It is possible to solve technological problems of casting of silumin by a failure from use of modifiers. For this purpose at Institute of technology of metals of National Academy of Sciences of Belarus the effective method of hereditary modifying is developed [1]. The method is based on the phenomenon of structural heredity. For implementation of this method casting in a crystallizer is used with jet-submerged cooling system [1]. This crystallizer allows to receive castings from silumin with globular silicon dispersibility 1 ... 4 microns without use of modifiers. Such burdening preparations provide effect of hereditary modifying during 2...3 hours.

Now high-performance and ecologically safe technology of the continuous and cyclic casting of silumins in crystallizers is developed with jet-submerged cooling system.

The developed method allows to receive castings from silumin with globular silicon (SGS) with high mechanical and antifriction properties. Trial tests showed that on wear resistance and a resource of operation of a detail from SGS do not concede or exceed similar details from serial antifriction bronze. The developed method of hereditary modifying allows to receive continuous and hollow preparations from SGS any method of casting. For this purpose it is necessary to have the castings from SGS received by casting in a crystallizer with jet-submerged cooling system. The cost of preparations from SGS is 3 times less, than similar preparations from bronze.

SGS is new antifriction material which with success can replace heavier and expensive serial antifriction bronze.

#### REFERENCE

1. Marukovich E.I., Stetsenko V.Y. Modifying of alloys. – Minsk: Belaruskyy navuka Publ., 2009. – 192 p.

#### BIOGRAPHY

I, Eugeny I. Marucovich, work in the field of Technical Sciences, focusing on the processes in Foundry of Metallurgy. I'm working in Foundry since 1972. My position is Head of Laboratory of Institute of Technology of Metals of National Academy of Sciences of Belarus. I received my Dr. of Technical Sciences degree in Moscow, Russia in 1992. My research interests include: development of new technologies of special methods of casting; creation of new alloys with high mechanical and antifriction properties; theory of foundry processes.

I, Vladimir Y. Stetsenko, work in the field of Technical Sciences, focusing on the processes in Foundry of Metallurgy. I'm working in Foundry since 1982. My position is Head of Laboratory of Institute of Technology of Metals of National Academy of Sciences of Belarus. I received my Candidate of Technical Sciences degree in Minsk, Belarus in 2005. My research interests include: development of new technologies of special methods of casting; creation of new alloys with high mechanical and antifriction properties; theory of foundry processes.

#### НЕПРЕРЫВНОЕ ЛИТЬЕ ВВЕРХ ЗАГОТОВОК ИЗ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ СПЛАВОВ

**Е.И. Марукович, В.А. Харьков**

*Институт технологии металлов НАН Беларуси, Могилев, Беларусь,  
kharckov@itm.by*

В работе описан опыт применения технологии непрерывного вертикального литья вверх при производстве заготовок из медно-никелевых сплавов с использованием специально разработанного оборудования.

Сущность метода непрерывного литья вверх заключается в том, что жидкий металл из плавильной печи или миксера попадает во внутреннюю полость фильеры, нижняя часть которой вертикально погружена в расплав. Фильера установлена в водоохлаждаемом кристаллизаторе, который снаружи имеет слой футеровки, обеспечивающей его защиту от контакта с жидким металлом. За счет охлаждения происходит кристаллизация расплава и формирование отливки, которая циклически извлекается вверх специальным тянущим механизмом.

Основное предназначение указанного способа – производство медной катанки. Кроме того эту технологию можно адаптировать для производства прутков и труб малого диаметра из медных и никелевых сплавов, драгоценных металлов.

Вертикальное литье имеет ряд технических преимуществ по сравнению с более популярными горизонтальными процессами [1]:

- симметрия в охлаждении отливки обеспечивает равномерную и предсказуемую картину роста кристаллов и равномерную осевую нагрузку на затвердевшую начальную корку отливки;

- процент выхода годного достигает 99% за счет отсутствия копьевидного остатка на конце отливки, характерного для горизонтального способа, что особенно важно при литье драгоценных металлов;

- более высокая производительность при стабильно высоком качестве поверхности отливки.

К недостаткам можно отнести трудности в обращении с вертикально расположенной длиномерной отливкой, повышенные требования к культуре производства и аспектам безопасности.

Каменск-Уральский завод по обработке цветных металлов (КУЗОЦМ) производит проволоку из никеля и никелевых сплавов по технологии литья заготовок в кокиль с последующей горячей прокаткой и волочением. Эта очень затратное производство требовало кардинальной модернизации. Возникла идея применить метод непрерывного вертикального литья вверх для производства катанки из никеля и никелевых сплавов.

Как показывает технологическая практика, при абсолютно непрерывном литье происходит нарушение устойчивости процесса, что может привести к обрыву заготовки.

Была сконструирована (рис. 1) и построена специальная одноручевая установка непрерывного вертикального литья вверх на основе самых современных направлений в реализации циклического извлечения, а именно применении сервопривода, программируемого логического контроллера и человеко-машинного интерфейса (рис. 2). В качестве особенности конструкции установки стоит отметить возможность ее интеграции с индукционной тигельной или канальной печью, имеющейся на предприятии.

В период затвердевания расплава и его охлаждения в кристаллизаторе между фильерой и отливкой возникает воздушный зазор, который значительно влияет на их теплообмен и условия формирования отливки. Основной причиной образования зазора при непрерывном литье является усадка затвердевающей и охлаждающейся отливки. Величина зазора увеличивается пропорционально понижению температуры отливки. Особенность непрерывного вертикального литья вверх заключается в том, что величина описываемого зазора практически одинакова по всему периметру отливки. Таким образом, эффективный теплообмен между отливкой и фильерой существует лишь в короткий промежуток времени, когда формируется начальная корка. Это время отливка должна находиться в состоянии покоя, затем происходит извлечение ее на заданный шаг.

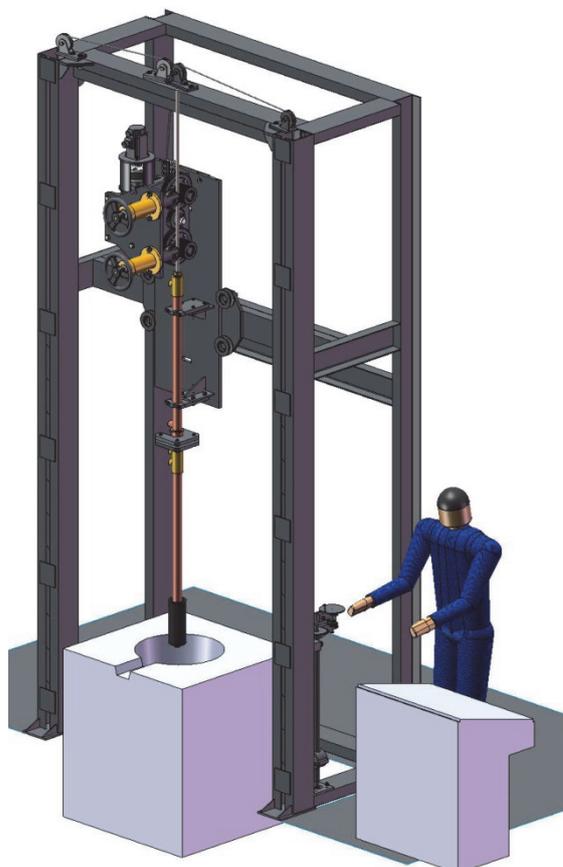


Рис. 1. Трехмерная модель установки непрерывного литья вверх



Рис. 2. Установка непрерывного литья вверх на КУЗОЦМ

В связи с этим перемещение заготовки в процессе работы осуществляется по принципу «движение – остановка» для обеспечения формирования начальной корки [2]. Это значительно снижает вероятность обрывов, но при этом уменьшает производительность, поэтому важной задачей при разработке технологических параметров является определение минимального периода остановки.

Для отливок диаметром от 8 до 20 мм время остановки может находиться в пределах от нескольких сотых долей секунды до нескольких десятых. Для обеспечения минимальных значений времени остановки необходим привод с высокими динамическими параметрами и возможностью циклической работы с частотой до 300 Гц. Для решения данной задачи наиболее эффективным является применение сервоприводов [3].

В качестве кристаллизатора применили специальный медный теплообменник цилиндрической формы. Постоянно циркулирующая вода обеспечивает отвод тепла от

формирующей отливки. Внутри теплообменника находится тонкостенная графитовая фильера, внутренний диаметр которой соответствует диаметру получаемой продукции, а внешний диаметр – внутреннему диаметру теплообменника.

Основной трудностью при реализации идеи непрерывного вертикального литья вверх никеля и сплавов на его основе являлось то, что применение графита в чистом виде для фильеры исключалось. В медно-никелевых сплавах углерод является вредной примесью, так как при содержании его в этих сплавах выше предела растворимости он выделяется по границам кристаллитов в виде графита, что способствует быстрому разрушению готовых изделий от межкристаллитной коррозии. В связи с этим крайне нежелательно использовать углеродсодержащие материалы при плавке и разливке этих сплавов [4].

Медно-никелевые сплавы реагируют с графитом и этот эффект более заметен на сплавах с высоким содержанием никеля. Сплав системы Cu - Ni с содержанием никеля 10% при 1500°C имеет угол смачивания 139°, а с содержанием никеля 30% угол смачивания составляет 70°. В практике непрерывного литья установлено, что применение графитовых фильер значительно влияет на свойства сплавов с содержанием никеля более 20%. Растворимость углерода в никеле при 1500°C составляет 2,6 мас.% [1].

На первом этапе экспериментов применили покрытие графитовой фильеры гексагональным нитридом бора. Были проведены эксперименты по отливке прутка диаметром 20 мм из сплавов монель (67% никеля, 38% меди) и копель (43% никеля, 0,5% марганца, остальное медь).

Однако покрытие оказалось не стойким и истиралось в процессе отливки первых 100 кг прутка. Далее возникла эрозия графита, что приводило к ухудшению качества поверхности отливки. В результате было принято решение об изготовлении фильеры полностью из нитрида бора. Покрытие защитного стакана нитридом бора тоже оказалось не эффективным. На зеркале расплава при плавке и выдержке никелевых сплавов наводится покров из расплавленного стекла, при контакте с которым происходило разрушение покрытия.

В результате было принято решение об изготовлении фильеры полностью из нитрида бора, а защитного стакана из керамики.

Производительность процесса непрерывного вертикального литья вверх на указанных выше сплавах была достигнута 0,6 м/мин, что составляет приблизительно 100 кг/час.

На сегодняшний момент спроектирована обновленная версия установки, которая позволит осуществлять литье в три ручья одновременно. Кроме того ведутся исследования по выбору технологических параметров литья, которые бы позволили обеспечить большую производительность и расширить номенклатуру типов сплавов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Wilson, R. A Practical Approach to Continuous Casting of Copper-Based Alloy and Precious Metals / R. Wilson. – Cambridge, UK: The University Press, 2000. – 266 p.

2. Марукович Е.И. Движение слитка при непрерывном горизонтальном литье / Е.И. Марукович, С.В. Стрельцов // Весці акадэміі навук БССР. Серыя фізіка-тэхнічных навук. – № 4. – Минск, 1988. – С. 57–60.

3. Харьков В.А. Автоматизированная система управления линией непрерывного литья / В.А. Харьков, Ю.В. Саченко // Металлургия машиностроения. – 2011. – № 2. – С. 18–20.

4. Мысик Р.К. Производство литых заготовок из деформируемых алюминиевых и медных сплавов: учебное пособие / Мысик Р.К., Логинов Ю.Н., Сулицин А.В., Брусницын С.В. – Екатеринбург, УрФУ, 2011. — 414 с.

## CONTINUOUS CASTING UPWARD OF COPPER-NICKEL ALLOYS

**E.I. Marukovich, V.A. Kharckov**

*Institute of technology of metals of The National academy of science of Belarus,  
Mogilev, Belarus, kharckov@itm.by*

Vertical casting has a number of technical advantages over the more popular horizontal processes [1]:

- The symmetry in the cooling of the casting provides a uniform and predictable picture of crystal growth and a uniform axial load on the hardened initial crust of the casting;

- The productivity reaches 99% due to the absence of a spear residue at the end of the casting characteristic of the horizontal method, which is especially important for casting precious metals;

- Higher productivity with stably high surface quality of the casting.

Kamensk-Uralsk processing plant for non-ferrous metals produces wire from nickel and nickel alloys using the technology of casting blanks into chill molds, followed by hot rolling and drawing. There was an idea to apply the method of continuous vertical casting upwards for the production of wire rod from nickel and nickel alloys.

A special single-arm plant for continuous vertical casting was designed and built up. As a feature of the design of the plant, it is worth noting the possibility of its integration with the induction crucible or duct furnace, which is available in the enterprise.

As a crystallizer, a special copper heat exchanger of cylindrical shape was used. Constantly circulating water provides heat removal from the forming casting. Inside the heat exchanger is a thin-walled graphite die, whose internal diameter corresponds to the diameter of the product obtained, and the outer diameter to the inner diameter of the heat exchanger.

The main difficulty in implementing the idea of continuous vertical casting of nickel and alloys on its base was that the use of graphite in pure form for the spinneret was excluded. In copper-nickel alloys, carbon is a harmful impurity, since when it is contained in these alloys above the solubility limit, it is released along the crystallite boundaries in the form of graphite, which contributes to the rapid destruction of the finished products from intergranular corrosion. In this regard, it is extremely undesirable to use carbon-containing materials in the melting and casting of these alloys.

As a result, it was decided to make a die entirely of boron nitride, and a protective glass made of ceramics.

To date, an updated version of the plant has been designed, which will allow casting into three streams simultaneously. In addition, studies are underway to select the technological parameters of the casting, which would allow to ensure greater productivity and expand the range of types of alloys.

#### REFERENCES

1. Wilson R. A Practical Approach to Continuous Casting of Copper-Based Alloy and Precious Metals / R. Wilson. – Cambridge, UK: The University Press, 2000. – 266 p.

#### ПРИМЕНЕНИЕ БИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ В СИСТЕМЕ "ON LINE" БИОМОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ВОДЫ МОРЕЙ И ПРЭСНОВОДНЫХ ВОДОЕМОВ

**П.В. Машкин<sup>1</sup>, С.В. Волков<sup>1</sup>, В.М. Ольшанский<sup>1</sup>, Вэй Сюэ<sup>2</sup>, Ю.А. Ким<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Институт проблем экологии и эволюции РАН. Москва,  
pmashkin@mail.ru*

<sup>1</sup>*Институт проблем экологии и эволюции РАН. Москва,  
mendur@mail.ru*

<sup>1</sup>*Институт проблем экологии и эволюции РАН. Москва,  
vmolsh@yandex.ru*

<sup>2</sup>*Харбинский инженерный университет. Харбин. КНР,  
xiawei@hrbeu.edu.cn*

<sup>3</sup>*Институт биофизики клетки РАН. Пущино,  
yuk01@rambler.ru*

Запатентованные российские биоэлектронные установки, применяющие в качестве биосенсоров двустворчатых моллюсков изготовлены на новейшей элементной базе. Для обработки оптокардио сигналов разработана программа, позволяющая с помощью корреляционного анализа выделять кардиоритмы при существенном изменении формы и амплитуды сигнала.

Система контроля качества воды в водных экосистемах в настоящее время нуждается в коренном пересмотре подходов, в новой аппаратурной и методической базе. Традиционно применяемые для контроля среды химические методы хорошо разработаны, обладают мощной приборной базой. Они являются основными методами государственной системы мониторинга во всех странах. По анализам воды, полученным химическими или физико-химическими методами в принципе невозможно предсказать биологический результат одновременного действия всех факторов. Кроме того, хими-

ческие анализы дороги, требуют значительного времени, частота взятия проб ограничена экономическими соображениями.

На практике требуется оперативное обнаружение загрязнения воды в результате техногенных аварий или природных катастроф, когда пострадать могут водозаборы, фермы по выращиванию водных животных в море или реках, а также население. Наиболее адекватными методами оценки вредных воздействий на среду являются биологические методы контроля, использующие реакции живых организмов на загрязнение воды.

Другой важной задачей, которой практически не уделяется внимания, является выявление отсроченных биологических эффектов, связанных с действием медленного накопления всех веществ, которые присутствуют в воде в небольших концентрациях.

В настоящее время заметно возрос интерес к приборам для биологического контроля состояния водных экосистем – биоэлектронных устройств (Т. Schettino et al. 2012). С их развитием стала доступной регистрация физиологических реакций нервной системы, работы сердца, двигательной активности, изменения электрической активности гидробионтов. В качестве биосенсоров в разных устройствах используются двустворчатые моллюски (Kramer, K.J.M., et al. 2001, Braby C.E. et al. 2006, Burnett N.P., et al. 2013, Olshansky V.M. et al. 2015), речные раки (Kholodkevich S.V. et al. 2008), рыбы, обладающие слабой электрической активностью (Juergen C., et al. 2012).

Наибольшее распространение получили установки, использующие в качестве биосенсоров пресноводных и морских двустворчатых моллюсков. При ухудшении качества воды эти животные закрывают створки раковины, (реакция избегания) и резко снижают частоту сердечного ритма. Регистрация движения створок является более простой технической задачей, чем регистрация сердечной деятельности и обработка данных опто кардиограмм.

Одновременное закрытие створок группой животных свидетельствует о высоком уровне загрязнения воды. Такие приборы, использующие только регистрацию реакцию избегания, небольшими сериями производились в прошлом веке фирмой Biota Guard ([www.biotaguard.no](http://www.biotaguard.no)), Норвегия и фирмой Aqua Dect company ([www.mermaid.nl](http://www.mermaid.nl)), Нидерланды. В Норвегии приборы использовались для контроля качества морской воды, в Нидерландах – сточных вод с очистных сооружений и речной воды.

В России в Институте проблем экологии и эволюции РАН (г. Москва) разработано несколько вариантов биоэлектронных систем для контроля качества воды с использованием моллюсков и рыб, обладающих слабой электрической активностью.

Проведенные нами эксперименты по изучению влияния токсичных наночастиц на беззубок вида *Anodonta anatina* показали, что при высокой токсичности воды моллюски не успевают закрыть раковину и погибают с открытой раковиной. Воздействию подвергается регулирующая мышечную и сердечную деятельность нервная система моллюсков, поэтому раковина остается открытой, резко меняется амплитуда и форма опто кардиосигнала, время остановки сердца зависит от мощности воздействия. Поэтому разработанные нами приборы контролируют оба этих важнейших физиологи-

ческих параметра. Наши разработки защищены патентами РФ (Olshansky V.M, et al., 2015, Olshanskij V. M. et al., 2017 )

Для контроля кардиограмм моллюсков нами были созданы 6 и 12 канальные устройства для полевых и лабораторных исследований, позволяющие в реальном времени фиксировать через створку раковины сердечную активность (рис. 2). Конструкция оптокардиографа в значительной степени отличается от западных предшественников. Для повышения надежности применено синхронное детектирование, осуществляемое по каждому каналу отдельно. Далее данные передаются с микропроцессоров на компьютер, где подвергаются корреляционному анализу.

Для контроля движения створок, в отличие от существующих разработок, применяющих различные датчики Холла, мы применяем методы электролокации. На створках закрепляются угольные электроды, в зоне размещения моллюсков создается вращающееся электрическое поле, а о раскрытии створок судят по изменению разности потенциалов на электродах. Этот способ регистрации был защищен Патентом RU 2 627 457 C1. При этом методе можно контролировать различные перемещения моллюсков.

На основе другого нашего патента RU 2570 375 C2 была создана промышленная установка контроля качества воды, забираемой из Москвы реки для питьевых целей (рис. 1). Установка использует в качестве биосенсоров пресноводных моллюсков перловиц и беззубок. В ней потоки тестируемой воды циклически коммутируются. В результате каждый моллюск по очереди выступал то в качестве тестового, то в качестве контрольного. Необходимость такого решения диктуется тем, что помимо вредных веществ, которые могут содержаться в воде, на организмы могут оказывать влияние и факторы, не представляющие опасности: изменения температуры, освещенности, скорости потока, акустический шум. Разработанные нами методика, аппаратура и программное обеспечение направлены на различение причин, вызвавших изменения ритмов.

Опыт эксплуатации установки на Рублевской станции водоподготовки и эксперименты по оценке токсичности различных веществ выявил ряд существенных недостатков перловиц и беззубок при использовании их для тестирования питьевой воды. Многие виды пресноводных двустворчатых моллюсков в нормальных условиях могут в течение нескольких часов находиться в различных функциональных состояниях: периоды "бодрствования" чередуются с периодами "засыпания". Поэтому, для корректной интерпретации их поведенческих реакций и изменений сердечного ритма необходимо предварительно изучать поведение каждого моллюска в нормальных условиях в течение длительного времени. Кроме того, при длительном использовании в установках перловиц (*Unio*) и беззубок (*Anodonta*) требуется создания системы выращивания водных организмов (рачки, водоросли) для нормального питания. При недостаточном питании моллюски на длительное время закрывают раковину, резко снижается сердечная активность. При длительном "молчании" моллюска возникает необходимость тестировать его жизнеспособность. Оптимальный способ этой процедуры еще не определен.

Изучение нормальных физиологических характеристик различных видов морских и пресноводных моллюсков с целью подбора видов для использования при решении различных задач биологического контроля среды только начинается. В литературе имеются данные примерно о 20-и морских и пресноводных видов моллюсков, а из существующих около тысячи. Проведенные совместно с учеными Харбинского инженерного университета исследования сердечной активности моллюсков родов *Nodularia*, *Sinadonta*, *Cristaria*, отловленные в реке Сунгари с целью использования их в качестве биосенсоров показали, что наиболее подходящими являются представители родов *Nodularia* и *Sinadonta*. Сигналы оптокардиограммы имеют четкую устойчивую форму и амплитуду сигнала,



Рис. 1. Установка для автоматического контроля качества забираемой воды на Рублевской станции Москва



Рис. 2. 6-канальная установка для лабораторных и полевых исследований реакций моллюсков

Для создания современной установки для контроля качества воды, забираемой для питьевых нужд перспективно использовать в качестве биосенсора, слабоэлектрических рыб, регулярно (*Gnathonemus petersii*) или (*Apteronotus albifrons*) непрерывно генерирующий электрические разряды, надежно воспринимаемые регистрирующей аппаратурой. Эти рыбы давно привлекают внимание разработчиков систем биомониторинга (Jurgen et al. 2012). При использовании слабоэлектрических рыб для биоиндикации нет необходимости закреплять на них какие-либо датчики. Ухудшение самочувствия приводит к заметным изменениям ритма разрядов, что может быть оперативно зафиксировано. Мы имеем многолетний опыт разработки новых средств для регистрации электрической активности различных видов слабоэлектрических рыб, в том числе при длительных наблюдениях за их поведением в различных поведенческих ситуациях (Olshansky, 2010). Необходимой частью наших разработок также было обеспечение эффективной визуализации в реальном времени данных, собираемых одновременно с нескольких биосенсоров.

Расширение масштабов применения пресноводных и морских автоматических комплексов, использующих двустворчатых моллюсков – крайне актуальная задача.

Информация о начале загрязнения морской воды в местах выращивания морепродуктов, пляжей, в местах массового отдыха людей актуально для Дальнего Востока России и Кореи. Кроме того, такие исследования необходимы для оценки последствий глобального потепления климата для моллюсков, которые являются важным пищевым ресурсом для обеих стран.

#### REFERENCES

1. Braby C.E., Somero G.N. Following the heart: temperature and salinity effects on heart rate in native and invasive species of blue mussels (genus *Mytilus*) // *J. Experimental Biology*. 2006, V 209, pp. 2554–2566.
2. Burnett N.P., Seabra R, de Pirro M., Wethey D.S., Woodin S.A., Helmuth B., Zippay M.L., arà G, Monaco C., Lima F.P. An improved noninvasive method for measuring heartbeats of intertidal animals // *Limnology and Oceanography: methods*. V 11, 2013, pp 91–100.
3. Burnett N.P., Seabra R., de Pirro M, Wethey D.S., Woodin S.A., Helmuth B., Zippay M.L., Luc A.C., Jose M.F., Babarro A.L., Xose A.P. Valve-gaping behavior of raft-cultivated mussels in the Ría de Arousa, Spain // *Aquaculture Reports*. V. 9, 2018, pp. 68–73.
4. Kholodkevich S.V., Ivanov A.V., Kurakin A.S., Kornienko E.L., Fedotov V.P. Real time bio-monitoring of surface water toxicity level at water supply stations // *Journal of Environmental Bioindicators*. 2008. V. 3, № 1. pp. 23–34.
5. Schettino T., Caricato R, A. Calisi, M.E. Giordano and M.G. Lionetto. Biomarker Approach in Marine Monitoring and Assessment: New Insights and Perspectives // *Open Environmental Sciences*, 2012, 6, 20–27.
6. Olshansky VM, Volkov SV, Baron VD, Skorodumov SV. Process of water quality monitoring and apparatus for its realization // Patent RU 2570375 C2 2015.
7. Olshanskij V.M. (RU), Volkov S.V. (RU), Mashkin P.V. (RU), Skorodumov S.V. (RU), Kholodkevich S.V. (RU), Sue Wei (CN), Ostrovskij A.G. (RU) Hydrobionts physiological state monitoring device // Patent RU 2 627 457 C1 2017.
8. Juergen C., Roeland van Wijkb, Henning Albrechta. Weakly electric fish for biomonitoring water quality. *Environmental Technology* Vol. 33, No. 10, 2012, 1089–1099.
9. Olshansky, V.M., Elaboration of Equipment and Methods of Continuous Recording of Electric Activity of Clariid Catfish (Clariidae, Siluriformes) in Social and Reproductive Behaviour // *Jornal of Ichthyology*, 2010, vol. 50, no. 11, pp. 1077–1091.

#### БИОГРАФИЯ

Я, Mashkin Петр Васильевич, работаю в области биофизики и специализируюсь на изучении влияния различных загрязняющих веществ на нервную и сердечно - сосудистую систему двустворчатых моллюсков. Работаю ведущим инженером в Институте проблем экологии и эволюции РАН г. Москва. Специалист с 1974 года. Область моих научных интересов включает изучение поведенческих и физиологических реакций пресноводных и морских животных раков, двустворчатых моллюсков, слабо-электрических рыб.

**APPLICATION OF BIOELECTRONIC DEVICES FOR "ON LINE"  
BIOMONITORING WATER QUALITY OF SEAS AND RIVERS**

**P.V. Mashkin<sup>1</sup>, S.V. Volkov<sup>1</sup>, V.M. Olshanskiy<sup>1</sup>, Xue Wei<sup>2</sup>, Y.A. Kim<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, RAS, Moscow,  
mashkin@yandex.ru*

<sup>1</sup>*A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, RAS, Moscow,  
mendur@mail.ru*

<sup>1</sup>*A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, RAS, Moscow,  
vmolsh@yandex.ru*

<sup>2</sup>*Harbin Engineering University, HLJ, PR China,  
xuewei@hrbeu.edu.cn*

<sup>3</sup>*Institute of Cell Biophysics, RAS, Pushchino,  
yuk01@rambler.ru*

The systems for water quality control in aquatic ecosystems currently needs a radical revision of approaches, new hardware and methodological base. Regulation of permitted concentration substances in water systems using only chemical methods is not effective, since hundreds of different substances and various physical factors act simultaneously on living organisms. "On line" monitoring of the total toxicity of water is possible only by biological methods, using the physiological reaction of living organisms. Sea and freshwater mussels, cray fishes, fish with weak electrical activity used like biosensors. In many countries develop bioelectronic systems for automatic "on line" control water quality.

In Russia, in Institute of ecology and evolution Russian Academy of Sciences has developed bioelectronic device for continuous automatic control of water quality using bivalve mollusks (*Unio*). It are based (Patent RU 2570375 C2 2015,) on a modern element base, for registration of shell movements use new original method (Patent RU 2 627 457 C1 2017). It works on Rublevskaya water inlet station, Moscow. The experience of using freshwater bivalves for water control in water intakes showed that the mollusks taken from the Moscow river have an unpleasant feature. They they can be in different functional states for several hours: periods of "wakefulness" alternate with periods of "falling asleep". Therefore, for the correct interpretation of their behavioral reactions and changes in the heart rate, it is necessary to study the behavior of each mollusk in normal conditions for a long time. In addition, with prolonged use in device mussels *Unio* or *Anodonta* requires the establishment of a system of cultivation of aquatic organisms (crustaceans and algae) for a normal diet.

To create a modern devices for monitoring the quality of water taken for drinking purposes, it is promising to use as a biosensor, weakly electric fish, (*Gnathonemus petersii*) or (*Apteronotus albifrons*), continuously generating electric discharges, reliably perceived by the recording equipment.

Expanding the scale of application of freshwater and marine automatic systems using bivalves is an extremely urgent task. Information about the beginning of the pollution of sea water in the places of growing seafood, beaches, places of mass recreation of people is im-

portant for the Far East of Russia and Korea. In addition, such studies are needed to assess the effects of global warming on shellfish, which are an important food resource for both countries.

#### **BIOGRAPHY**

Mashkin Petr Vasilyevich works in the field of Biophysics and specialize in the study of the influence of various pollutants on the nervous and cardiovascular system of bivalves for constructing bioelectronic systems. I work as a leading engineer at the Institute of ecology and evolution of the Russian Academy of Sciences in Moscow. Specialist since 1974. My research interests include the study of behavioral and physiological reactions of freshwater and marine animals cancers, bivalves, weakly electric fish.

#### **СОПРЯЖЕННЫЙ ТЕПЛОПЕРЕНОС В ПОЛОСТЯХ С ЛОКАЛЬНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЛУЧИСТОГО НАГРЕВА**

**А.Э. Ни**

*Томский политехнический университет, Томск,  
nee\_alexander@mail.ru*

Проведено численное исследование комбинированного теплопереноса за счет кондукции, термогравитационной конвекции и поверхностного излучения в замкнутой области с инфракрасным излучателем. Установлено, что в условиях нагрева полости локальным источником лучистой энергии формируются существенно неоднородное поле температур.

Задачи совместного переноса теплоты конвекцией и излучением [1, 2] привлекают внимание исследователей уже не одно десятилетие. К настоящему времени численно проанализированы основные характеристики конвективно-радиационного теплообмена в областях различной геометрии в условиях ламинарного и турбулентного режимов течения жидкости. Однако следует отметить, что существенно большая часть исследований проводится при допущении, что газовая полость ограничена бесконечно тонкими или идеально теплопроводящими стенками. И в этой связи, целью настоящей работы является математическое моделирование процесса кондуктивно-конвективно-радиационного теплопереноса в замкнутой прямоугольной области (рис.1) с локальным источником лучистого нагрева.

Для описания нестационарного пространственного течения вязкой несжимаемой ньютоновской жидкости использовалась система дифференциальных уравнений сохранения массы, импульса и энергии, записанных в безразмерных преобразованных переменных «завихренность – векторный потенциал – температура». При постановке задачи, предполагалось, что теплофизические свойства газа, стенок и излучателя не

зависят от температуры. На внешних поверхностях стенок принимались условия теплоизоляции, а на границах раздела сред – равенства температур и тепловых потоков. Для моделирования лучистого теплообмена применялся метод результирующих потоков. При этом коэффициенты облученности рассчитывались с использованием аналитических соотношений, полученных для поверхностей конечных размеров. Сформулированная краевая задача кондуктивно-конвективно-радиационного теплопереноса с соответствующими начальными и граничными условиями решена методом конечных разностей. Для аппроксимации нестационарных трехмерных дифференциальных уравнений в частных производных использовалась локально-одномерная схема Самарского. Разработанный вычислительный код верифицировался на модельных задачах пространственной термогравитационной конвекции [3, 4].

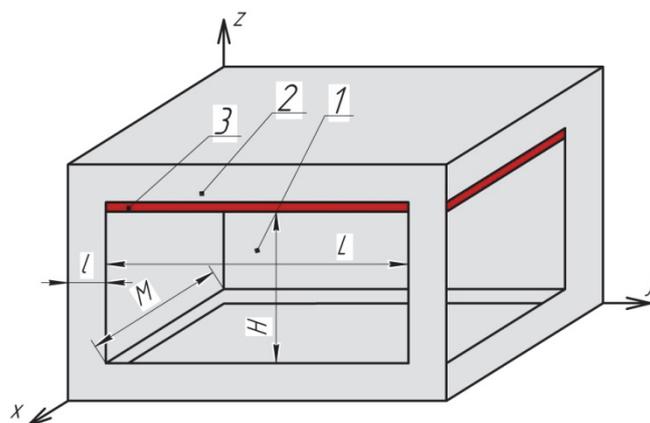


Рис. 1. Область решения:

1 – диатермический газ; 2 – теплопроводные и теплоаккумулирующие стенки; 3 – инфракрасный излучатель

Численные исследования проведены при следующих значениях безразмерных комплексов: число Рэлея  $Ra = 10^6$ , число Прандтля  $Pr = 0,71$ , кондуктивно-радиационный параметр  $N_r = 64$ , относительный коэффициент теплопроводности  $\lambda_{2,1} = 1,3$ , степень черноты стенок  $\varepsilon = 0,9$ , относительная толщина стенок  $l/L = 0,1$ . Результаты численного моделирования представлены на рис. 2.

Лучистый поток, поступающий от инфракрасного излучателя к границам раздела «газ – стенка», инициирует повышение их температуры. Воздух, будучи оптически тонкой средой для теплового излучения, нагревается только у стенок полости за счет кондуктивного и свободноконвективного механизмов теплопереноса. При этом в области анализа формируется конвективный факел (рис. 2, а). Нагретый воздух у нижней горизонтальной границы раздела сред в плоскости симметрии поднимается вверх, а остывший за счет теплоотвода в вертикальные стенки опускается вниз (рис. 2, б).

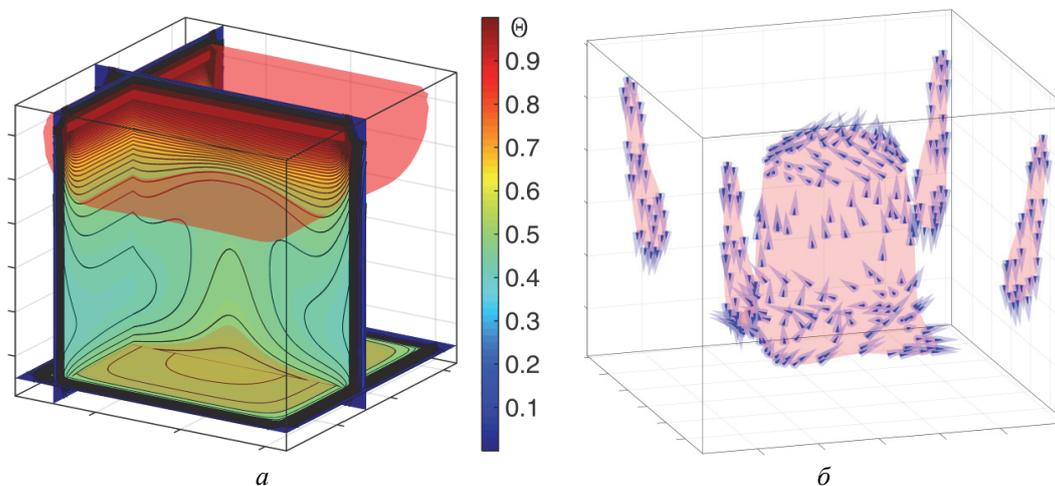


Рис. 2. Поля температур (а) и скоростей (б)

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ashish Gad M., Balaji C.. Effect of surface radiation on RBC in cavities heated from below // International Communications in Heat and Mass Transfer. – 2010. – Vol. 37. – P. 1153–1170.
2. Bouafia M., Hamimid S., Guellal M. Non-Boussinesq convection in a square cavity with surface thermal radiation // International Journal of Thermal Sciences. – 2015. – Vol. 96. – P. 236–247.
3. Lo D.C. An accurate numerical solution study of three-dimensional natural convection in a box // International Communications in Heat and Mass Transfer. – 2010. – Vol. 37. – P. 1280–1289.
4. Li Z., Yang M., Zhang Y. Lattice Boltzmann method simulation of 3-D natural convection with double MRT model // International Journal of Heat and Mass Transfer. – Vol. 94. – P. 222–238.

#### БИОГРАФИЯ

Я, Ни Александр Эдуардович, работаю в области теоретической и промышленной теплотехники и специализируюсь на численном моделировании процессов тепло-массообмена. Работаю ассистентом научно-образовательного центра И.Н. Бутакова Томского политехнического университета (г. Томск). С 2015 г. аспирант по профилю Теплофизика и теоретическая теплотехника Томского политехнического университета. Область моих научных интересов включает численные методы в задачах тепло-массообмена, а именно: пассивные и активные системы охлаждения тепловыделяющих элементов, двухфазные потоки, конденсационно-испарительные системы передачи энергии, совместный перенос теплоты кондукцией, конвекцией и излучением, методы прямого численного моделирования турбулентных течений.

## CONJUGATE HEAT TRANSFER IN A CAVITY WITH A LOCAL RADIANT HEATER

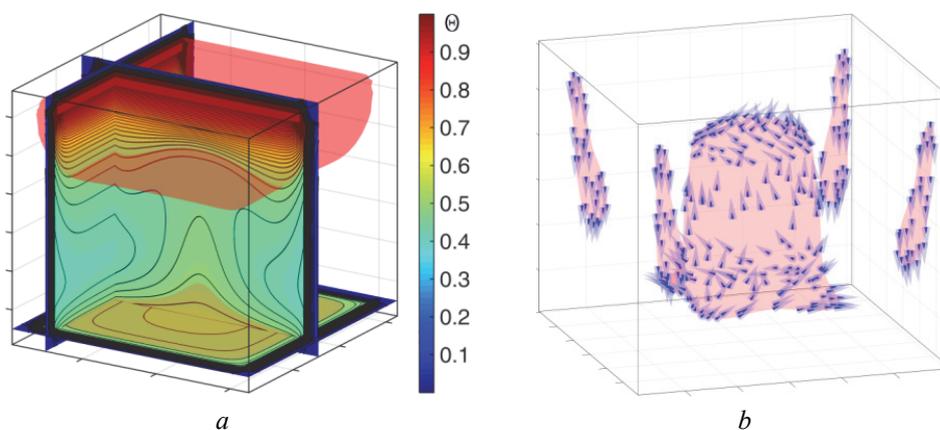
A.E. Nee

*Tomsk polytechnic university, Tomsk,  
nee\_alexander@mail.ru*

This study deals with the numerical investigation of combined heat transfer via conduction, natural convection, and surface radiation in a closed domain with an infrared emitter. It was found that a significant non-uniform temperature field was formed when heating the domain by the radiant energy source

Combined heat transfer problems are encountered in many engineering applications [1–4]. Major characteristics of convective-radiative heat exchange were numerically analyzed in cavities of various shapes under conditions of laminar and turbulent flow regime by now. However, it should be noted that most of the research are carried out with an assumption that a gas cavity is bounded by infinitely small or perfectly heat-conducting walls. Thus, the aim of this study is mathematical modelling of conductive-convective-radiative heat transfer in a closed air-filled cavity with a local radiant heater.

In order to investigate heat transfer regularities, a numerical code based on finite difference method was developed in MatLab. The results of mathematical modelling are presented in Fig. 1.



*Fig. 1. Temperature distributions (a) and velocity field (b) when Rayleigh number  $Ra = 10^6$  and surface emissivity  $\varepsilon = 0,9$*

It was found that significant non-uniform temperature field was formed when heating the domain by the radiant energy source.

### REFERENCES

1. Ashish Gad M., Balaji C. Effect of surface radiation on RBC in cavities heated from below // International Communications in Heat and Mass Transfer. – 2010. – Vol. 37. – P. 1153–1170.
2. Bouafia M., Hamimid S., Guellal M. Non-Boussinesq convection in a square cavity with surface thermal radiation // International Journal of Thermal Sciences. – 2015. – Vol. 96. – P. 236–247.
3. Lo D.C.. An accurate numerical solution study of three-dimensional natural convection in a box // International Communications in Heat and Mass Transfer. – 2010. – Vol. 37. – P. 1280–1289.
4. Li Z., Yang M., Zhang Y. Lattice Boltzmann method simulation of 3-D natural convection with double MRT model // International Journal of Heat and Mass Transfer. – Vol. 94. – P. 222–238.

### BIOGRAPHY

I work in the field of thermal engineering focusing on the numerical simulation of heat and mass transfer. I'm with Tomsk polytechnic university since 2015. My position is a teaching assistant of the scientific educational center of I.N. Butakov. I received my master degree in Tomsk polytechnic university (Tomsk, Russia) in 2014. My research interests include passive and active cooling systems, multiphase flows, combined heat transfer via conduction, convection, and radiation, direct numerical simulation approach of turbulent flows.

### СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ В ДИСПЕРСНЫХ ЦЕМЕНТНЫХ СИСТЕМАХ

**К.А. Нурбатуров<sup>1</sup>, А.А. Кулибаев<sup>2</sup>, И. Де<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*ТОО «ИННОБИЛД», kanashnurbatyrov@mail.ru,*

<sup>2</sup>*Фонд Совет мира и согласия Республики Казахстан,  
ncsilkroad@hotmail.com,*

<sup>3</sup>*ТОО «ИННОБИЛД», dyoirina@mail.ru*

Исследовано влияние поверхностно-активных веществ (ПАВ) на структурообразование в дисперсных цементных системах. Показано улучшение поровой структуры цементных систем, модифицированных ПАВ. Отмечено, что добавка ПАВ снижает усадку образцов, и при оптимальном содержании ПАВ наблюдается заметное улучшение трещиностойкости и формирование мелкодисперсной структуры.

Регулирование процесса структурообразования цементных композитов наряду с подбором оптимальных структурных показателей, возможно также за счет применения модифицирования путем ввода добавок. Добавки ПАВ, используемые при производстве коллоидных цементных смесей, обладают поверхностной активностью и способны изменять поверхностное натяжение на границе вода/твердое тело. Поверхностно-активные вещества способствуют снижению величины поверхностного натяжения, что способствует снижению размера зародышей кристаллизации и образованию

большого количества мелкодисперсных кристаллогидратов и, как следствие, снижению общей проницаемости цементного камня [1–4].

Поровое пространство коллоидных цементных систем является одной из основных характеристик их микростроения, незначительное изменение порового пространства по объему пустот приводит к изменению основных свойств. Пористость зависит от исходного водоцементного отношения, состава новообразований их удельного объема и степени гидратации [5–6].

Поэтому были проведены исследования влияния модифицирования коллоидных цементных систем добавками ПАВ на основные физико-технические свойства отвердевших цементных материалов, в частности на пористость цементного камня. Коллоидные цементные материалы разработаны для получения декоративных покрытий для фасадных конструкций. В качестве сырьевых материалов использовали портландцемент, природный песок николаевского месторождения, отсеv дробления щебня из бетонного лома, ПАВ (суперпластификатор).

Представляет интерес применение в качестве наполнителей различных отходов промышленности, в том числе тонкомолотого отсева дробления бетонного лома [7–9]. Установлено, что в составе отсева дробления бетонного лома содержится около 30 % негидратированного портландцемента, что предопределяет его использование в качестве активного микронаполнителя при производстве тонкомолотых цементных систем. По своему химическому составу отсеv дробления бетонного лома из тяжелого бетона представлен в виде различных соединений оксидных групп, которые в результате взаимодействия обеспечивают процесс твердофазного синтеза новых соединений.

Среди множества факторов, влияющих на технические свойства коллоидных цементных систем (минеральный и химический состав компонентов, водоцементное отношение, удельная поверхность), основную роль играют характеристики формирующейся поровой структуры цементного камня (общее количество, радиус, кривизна, замкнутость), которая, в свою очередь, зависит от размера и стабильности существования в гидратированном цементном тесте образующихся при твердении гидратных фаз [6].

Для снижения пористости и, следовательно, водопотребности сырьевой смеси, требуется значительное количество частиц наименьшего размера для заполнения пустот системы. Специфической особенностью влияния добавки ПАВ на микроструктуру цементного камня является тот факт, что в ее присутствии в цементном камне формируются кристаллические новообразования значительно меньшей дисперсности, чем без нее [10]. При исследовании структурных характеристик затвердевшего камня из коллоидных цементно-песчаных смесей при различном сроке твердения установлено, что общая и открытая пористость затвердевшего цементного камня на основе составов с добавкой ПАВ ниже значений пористости образцов без добавки (см. таблицу).

На водонепроницаемость покрытий влияет не только непроницаемость затвердевшего материала, но и сплошность покрытия, зависящая в основном от величины

линейной деформации усадки. Кривые изменения линейных деформаций усадки образцов без добавок и с добавкой показывают, что добавка ПАВ снижает усадку образцов пропорционально концентрации добавки. При оптимальном содержании ПАВ 0,4 % наблюдается заметное улучшение трещиностойкости.

#### Пористость цементного камня с добавкой ПАВ

Состав без добавки		Состав с добавкой		Время твердения, сут
пористость, %				
общая	открытая	общая	открытая	
13,62	10,18	1	9,78	1
13,41	11,54	3	9,08	3
15,23	12,36	7	6,27	7
14,89	12,19	28	5,24	28

Поверхностно-активные вещества, изменяя поверхностные явления в дисперсных коллоидных цементных системах, оказывают влияние на характер кристаллизации новообразований и на морфологию кристаллов [6]. Следует ожидать, что введение в состав водного раствора добавок поверхностно-активных веществ, уменьшающих величину поверхностного натяжения, а также использование более растворимых исходных соединений будут приводить к снижению критического размера зародышей кристаллизации, способствовать образованию большого количества мелкодисперсных кристаллогидратов и снижению проницаемости цементного камня. Чем меньше критический размер зародыша кристаллизации, тем выше число и меньше размер образующихся кристаллогидратов [10].

Исследование микроструктуры образцов из коллоидных цементных систем с добавкой и без добавки ПАВ показало, что при введении ПАВ уменьшаются размеры кристаллов гидратных зерен. Указанные явления, несомненно, связаны с адсорбцией молекул добавки на поверхности растущих кристаллов. Адсорбция растет во времени и достигает максимума за 3-5 мин после затворения дисперсии. Молекулы суперпластификатора, адсорбируясь на положительно заряженных частицах растущих кристаллов, затрудняют их рост и способствуют зарождению множества новых кристаллов. В результате структура цементного камня становится мелкокристаллической, менее дефектной, чем у образца без добавок, также видно, что у состава, модифицированного ПАВ, наблюдаются новообразования.

Образующийся при дальнейшем протекании реакций гидратации «коагулированный гель» гидросиликатного состава заполняет поры в физической структуре затвердевшего камня, что способствует увеличению плотности камня.

Таким образом, выполненные исследования показали, что поверхностно-активные вещества, введенные в состав коллоидных цементных материалов, оказывают определенное влияние на процессы структурообразования. При исследовании структурных характеристик затвердевшего камня из коллоидных цементно-песчаных смесей при различном сроке твердения установлено, что общая и откры-

тая пористость затвердевшего цементного камня на основе составов с добавкой ПАВ ниже значений пористости образцов без добавки. Установлено, что поверхностно-активные вещества снижают усадку образцов пропорционально концентрации добавки, способствуют формированию мелкокристаллической, менее дефектной структуры цементного камня.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Фаликман В.Р., Вайнер А.Я., Башлыков Н.Ф. Новое поколение суперпластификаторов. Бетон и железобетон. 2000; 5 (506): 5-7.
2. Батраков В.Г. Модификаторы бетона: новые возможности и перспективы. Строительные материалы. 2006; 10: 4-7.
3. Несветаев Г.В. Эффективность применения суперпластификаторов в бетонах // Строительные материалы. – 2006. – № 10. – С. 23-25.
4. Касторных Л. И. Добавки в бетоны и строительные растворы. – Ростов н/Д.: Феникс, 2007. – 221 с.
5. Юхневский, П. И. О механизме пластификации цементных композиций // Строительная наука и техника. – 2010. – № 1–2. – С. 64–69.
6. Комохов П.Г., Шангина Н.Н. Модифицированный цементный бетон, его структура и свойства // Цемент. – 2002. – № 12. – С. 43–46.
7. Баженов Ю.М., Муртазаев А.Ю. Эффективные бетоны и растворы для строительных и восстановительных работ с использованием бетонного лома и отвальных зол ТЭС // Вестник МГСУ. – 2008. – № 3. – С. 124–128.
8. Ефименко А.З. Бетонные отходы – сырье для производства эффективных строительных материалов // Технологии бетонов. – 2014. – № 2. – С. 17–21.
9. Безгодков И.М., Пахрагдинов А.А., Ткач Е.В. Физико-механические характеристики бетона на щебне из утилизированного дробленого бетона // Вестник МГСУ. – 2016. – № 10. – С. 24–35.
10. Урьев Н.Б. Физико-химическая динамика дисперсных систем и материалов. – Долгопрудный: Изд. дом «Интеллект», 2013. – 232 с.

#### БИОГРАФИЯ

Я, Нурбатуров Канапия Акпанович, работаю в области строительства, инновационных строительных технологий и специализируюсь на технологии строительных материалов. Работаю генеральным директором ТОО «ИННОБИЛД», г. Алматы. Доктор технических наук с 1996 года. Область моих научных интересов включает разработку и внедрение в производство энергосберегающей технологии новых золокерамических материалов, научные исследования и проектирование отечественного завода по производству керамогранита на основе местного сырья, многоплановые исследования по разработке и освоению технологий новых строительных материалов, в т.ч. исследования по комплексной оценке сырьевой базы строительных материалов, разработке химических добавок для строительных материалов, разработке технологии высокопрочных бетонов, изделий индустриального малоэтажного домостроения из жестких бетонных смесей на местных заполнителях методом непрерывного безопалу-

бочного виброформования, технологии отделочных покрытий на основе дисперсных цементных систем и т.д.

Я, Кулибаев Аскар Алтынбекович, работаю в области строительства, инновационных строительных технологий и специализируюсь на технологии строительных материалов. Работаю председателем Фонда Совет мира и согласия Республики Казахстан, г. Алматы. Доктор технических наук с 2002 года. Область моих научных интересов включает разработку модифицированных строительных материалов на основе местного сырья и отходов промышленности, многоплановые исследования по разработке и освоению технологий новых строительных материалов, в т.ч. исследования по комплексной оценке сырьевой базы строительных материалов, разработке химических добавок для строительных материалов, разработке технологии высокопрочных бетонов, изделий индустриального малоэтажного домостроения из жестких бетонных смесей на местных заполнителях методом непрерывного безопалубочного виброформования, технологии отделочных покрытий на основе дисперсных цементных систем и т.д.

Я, Дё Ирина, работаю в области строительства, инновационных строительных технологий и специализируюсь на технологии строительных материалов. Работаю директором центра научных исследований ТОО «ИННОБИЛД», г. Алматы. Кандидат технических наук с 1987 года. Область моих научных интересов включает разработку технологии золокерамических материалов, научные исследования по технологии керамогранита на основе местного сырья, исследования по разработке технологий новых строительных материалов, в т.ч. исследования по разработке химических добавок для строительных материалов, разработке технологии высокопрочных бетонов, изделий индустриального малоэтажного домостроения из жестких бетонных смесей на местных заполнителях методом непрерывного безопалубочного виброформования, технологии отделочных покрытий на основе дисперсных цементных систем и т.д.

## STRUCTURIZATION IN DISPERSE CEMENT SYSTEMS

**Nurbaturov K.<sup>1</sup>, A. Kulibaev<sup>2</sup>, Dyo I.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*LLC «INNOBUILD», kanashnurbatyrov@mail.ru,*

<sup>2</sup>*Foundation Peace and Harmony Council Republic of Kazakhstan,  
ncsilkroad@hotmail.com,*

<sup>3</sup>*TOO <sup>1</sup>LLC «INNOBUILD», dyoirina@mail.ru*

The effect of surface-active substances (surfactants) on the structure formation in disperse cement systems is studied. The possibility of using fine-grained screening for crushing concrete scrap is shown. The porous structure of cement systems modified with surfactants is shown to improve. When studying the structural characteristics of the hardened stone

from colloidal cement-sand mixtures at different times of hardening, it was revealed that the total and open porosity of the hardened cement stone on the basis of the compositions with the addition of surfactants is lower than the values of the porosity of the samples without additives. It is noted that the addition of surfactant reduces the shrinkage of the samples.

Investigation of the microstructure of samples from colloidal cement systems with and without the addition of surfactants has shown that when the surfactant is introduced, the dimensions of the crystals of the hydrated grains decrease. Adsorption grows in time and reaches a maximum in 3-5 minutes after dispersion is stopped. Molecules of the superplasticizer, adsorbed on positively charged particles of growing crystals, hinder their growth and contribute to the nucleation of many new crystals. As a result, the structure of the cement stone becomes finely crystalline, less defective than that of the sample without additives, it is also evident that neoplasms are observed in the composition, modified surfactant.

#### REFERENCES

1. Falikman VR, Weiner A.Ya., Bashlykov NF A new generation of superplasticizers. Concrete and reinforced concrete. 2000; 5 (506): 5-7.
2. Batrakov V.G. Modifiers of concrete: new opportunities and prospects. Construction Materials. 2006; 10: 4-7.
3. Nesvetaev G.V. Efficiency of superplasticizers in concrete application // Building materials. – 2006. – No. 10. – P. 23–25.
4. Kastorny LI Additives in concrete and mortar. – Rostov n/D.: Phoenix, 2007. – 221 p.
5. Yuhnevsky P.I. On the Mechanism of Plasticization of Cement Compositions // Building Science and Technology. – 2010. – № 1–2. – P. 64–69.
6. Komokhov P.G., Shangina N.N. Modified cement concrete, its structure and properties // Cement. – 2002. – No. 12. – P. 43-46.
7. Bazhenov Yu.M., Murtazaev A.Yu. Effective concretes and mortars for construction and restoration works using concrete scrap and waste ash from thermal power plants // Vestnik MGSU. – 2008. – No. 3. – P. 124–128.
8. Efimenko A.Z. Concrete waste - raw materials for the production of efficient building materials // Technologies of concrete. – 2014. – № 2. – P. 17–21.
9. Bezgodov I.M., Pakhratdinov A.A., Tkach E.V. Physicomechanical characteristics of concrete on crushed stone from recycled crushed concrete // Vestnik MGSU. – 2016. – № 10. – P. 24–35.
10. Uryev NB Physico-chemical dynamics of disperse systems and materials. – Dolgoprudny: Ed. house "Intellect", 2013. – 232 p.

#### BIOGRAPHY

I, Nurbaturov Kanapiya Akpanovich, work in the field of construction, innovative construction technologies and specialize in building materials technology. I work as general director of LLP "INNOBILD", Almaty. The field of my scientific interests includes the development and introduction of new gold-ceramic materials in the production of energy-saving technology, scientific research and design of the domestic plant for the production of porcelain stoneware on the basis of local raw materials, multifaceted research on the devel-

opment and mastery of technologies for new building materials, incl. research on the integrated assessment of the raw material base of building materials, the development of chemical additives for building materials, the development of high-strength concrete technology, products of industrial low-rise housing construction from hard concrete mixes on local aggregates by the method of continuous formless vibroforming, technology of finishing coatings based on disperse cement systems, etc.

I, Askar A. Kulibaev, work in the field of construction, innovative construction technologies and specialize in the technology of building materials. I work as the Chairman of the Foundation of the Peace and Accord Council of the Republic of Kazakhstan, Almaty. Doctor of Technical Sciences since 2002. The field of my scientific interests includes the development of modified building materials based on local raw materials and industrial wastes, multifaceted research on the development and mastery of technologies for new building materials, incl. Research on the integrated assessment of the raw material base of building materials, the development of chemical additives for building materials, the development of high-strength concrete technology, products of industrial low-rise housing construction from hard concrete mixes on local aggregates by the method of continuous formless vibroforming, technology of finishing coatings based on disperse cement systems, etc.

I, Dyo Irina, work in the field of construction, innovative construction technologies and specialize in building materials technology. I work as the director of the Center for Scientific Research of LLP "INNOBILD", Almaty. Candidate of Technical Sciences since 1987. My research interests include the development of technology of gold-ceramic materials, research on ceramic granite technology based on local raw materials, research on the development of technologies for new building materials, incl. research on the development of chemical additives for building materials, the development of high-strength concrete technology, products of industrial low-rise housing construction from hard concrete mixes on local aggregates by the method of continuous formless vibroforming, technology of finishing coatings based on disperse cement systems, etc.

## **ПОКРЫТИЯ АЛЮМИНИДАМИ НИКЕЛЯ НА СТАЛИ 30**

**Ри Хосен<sup>1</sup>, К.П. Ерёмкина<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Тихоокеанский государственный университет, Россия, г. Хабаровск*

<sup>2</sup>*Институт Материаловедения ХНЦ ДВО РАН, Россия, г. Хабаровск,  
bksenya\_p@bk.ru*

Приведены результаты исследования структуры и состава поверхности покрытий после термоциклических испытаний. В качестве материала для покрытий использовали интерметаллидный сплав NiAl. Исходя из анализа полученных результатов установлено, что жаростойкость образцов с покрытиями повышается в 10 раз. При этом в

покрытия формируются поверхностные трещины и оксидные шаровидные включения в области несплошностей.

Для большинства машин и механизмов повышение увеличения безаварийной работы возможно при создании на их поверхности соответствующего покрытия с заданными функциональными свойствами. Получение покрытий осуществляют с использованием большого количества методов, причем в последнее время все больше используются методы, использующие концентрированные потоки энергии (КПЭ) (лазерное, электронное, плазменное и др.). К указанным методам относится электроискровое легирование (ЭИЛ) [1], физические основы процесса которого основаны на электроэрозионном процессе, между анодом (обрабатываемым электродом) и катодом (деталью). Основными преимуществами метода ЭИЛ заключаются в создании покрытий с улучшенными физико-механическими и технологическими свойствами, такими как жаростойкость, жаропрочность, высокая прочность сцепления наносимого слоя с материалом основы и ряд других. К числу недостатков метода можно отнести: несплошность покрытия, которая характеризует наличие на поверхности образца участков без покрытия; малую толщину; шероховатость поверхности покрытия. Последний недостаток можно исправить посредством поверхностного пластического деформирования [2].

При ЭИЛ на поверхности катода формируется покрытие, состоящее из переплавленного слоя, ниже которого расположен слой с измененной термическим нагревом структурой (зона термического влияния). При этом переплавленный слой, образованный фактически закалкой из жидкого состояния, характеризуется малыми размерами структурных составляющих и зависит от материалов и режимов обработки. Уникальные свойства покрытий обусловлены механизмом его формирования и влиянием термической обработки используемых материалов.

В качестве материалов покрытий используются различные металлы и их сплавы, карбиды, бориды, интерметаллиды, а также любые другие материалы, обладающие электропроводностью. Сплавы системы Ni-Al обладают уникальными свойствами (коррозионностойкость, жаростойкость и жаропрочность). Эти сплавы выплавляют традиционными методами литья и реже – методом внепечной металлотермии [3, 4]. В последнее время наблюдается тенденция к снижению легирующих элементов в сплаве. Поэтому использование никелевых сплавов на основе NiAl и Ni<sub>3</sub>Al является перспективным. В литературе приведены работы по получению покрытий из никелевых сплавов различными методами. Однако, работ, связанных с применением ЭИЛ, как метода нанесения жаростойких покрытий Ni-Al недостаточно. Таким образом актуальными являются исследования по изучению жаростойких покрытий из сплавов на основе алюминидов никеля на конструкционных сталях.

Покрытия получали методом ЭИЛ, с использованием электроискровой установки заводского изготовления Элитрон 22 А. Анодные материалы на основе алюминидов никеля были получены методом литья и выплавлены в индукционной печи «Аверон УЛП 2.2». В качестве шихтовых материалов использовали катодный никель и алюми-

ний первичный (А7). Шихтовые материалы в виде кусочков металла загружали в керамический тигель и проводили нагрев. В процессе выплавки для предотвращения окисления расплава атмосферным кислородом проводили обдувание его поверхности аргоном, оптимальный расход которого определяли в предварительных экспериментах. После расплавления, перегрева (на 50-80° С) и выдержки (60-120 с) проводили разливку. Разливка осуществлялась центробежным методом. В качестве катодов для ЭИЛ применяли образцы стали 30 в состоянии поставки (нормализация) с одинаковой площадью поверхности. Качество покрытий оценивали методом визуально - оптического контроля по наличию оксидных плен на поверхности. Структуру и свойства покрытий изучали с использованием оптических микроскопов МБС 10 и растрового электронного микроскопа SU-70 Hitachi с соответствующими приставками (EDX и WDX). Жаростойкость исследовалась с использованием дериватографа Q 1000, при трехкратном нагреве-охлаждении (термоциклирование).

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Исследование макроструктуры поверхности образцов перед термоциклическими испытаниями показало, что с использованием полученных интерметаллидных анодных материалов поверхность покрытий сформирована в основном капельным и частично плазменным характером переноса. При этом признаков твердофазного переноса материала не обнаружено.

Поверхность образцов без покрытия (рис. 1) после термоциклирования не имеет неровностей, однако практически на всех гранях располагаются трещины, по которым заметно отслаивание оксидной пленки от основы. На гранях образцов с покрытиями таких трещин не отмечается, на плоскостях и гранях имеются неровности, обусловленные как особенностями формирования слоя при ЭИЛ, так и сложными процессами оксидообразования в процессе нагрева при испытании. И хотя отслаивания не наблюдается, в этих местах заметен рост оксидов (при изучении разных образцов заметно различное их количество). Наиболее вероятно оксиды формируются по несплошностям в области ребер, где затруднительно получение сплошных покрытий. При этом отслаивания покрытия от основы не обнаружено. Образцы без покрытия (рис. 1, а) имеют неоднородное структурное строение поверхности, где видны различного размера более светлые выступающие над поверхностью участки. Существенной разницы в элементном составе указанных участков не обнаружено за исключением наличия Mn, что объясняется высокими диффузионными свойствами атомов Mn и более близким (по высоте) расположением этих участков к катоду.

На поверхности образцов с покрытиями анодом NiAl (рис. 1, б) выделяются светлые локальные или разветвленные элементы структуры, расположенные в области трещин (рис. 1, в). Принимая во внимание то, что снимок выполнен в режиме отраженных электронов, светлый оттенок данной разветвленной (точки 1 и 2) или локальной (точки 3 и 4) структуры свидетельствует о более высокой атомной массе составляющих ее элементов (повышенное содержание Fe и Ni). Наиболее вероятно в области возникающих в процессе термоциклирования трещин происходит процесс

реактивной диффузии O с одной стороны и Fe с Ni – с другой. Локальные, зачастую шарообразные элементы структуры, имеют два различных варианта происхождения. По-первому это изначально сформировавшиеся на поверхности покрытия продукты капельного переноса анодного материала при ЭИЛ (точки 1 – 3, рис. 1, в) с относительно более высоким содержанием Ni (см. таблицу). Вокруг указанных шарообразных частиц (рис. 1, в, точка 4) находится область с повышенным содержанием Al соответствующая составу точек 5 и 6 на рис. 1, б. Светлая структура (точка 5 на рис. 1, в) содержит повышенное содержание Fe легированного Ni. По второму варианту локальные включения – это оксиды, сформировавшиеся в области несплошностей покрытия (рис. 1, г). Причем видно, что структура этих включений столбчатая.

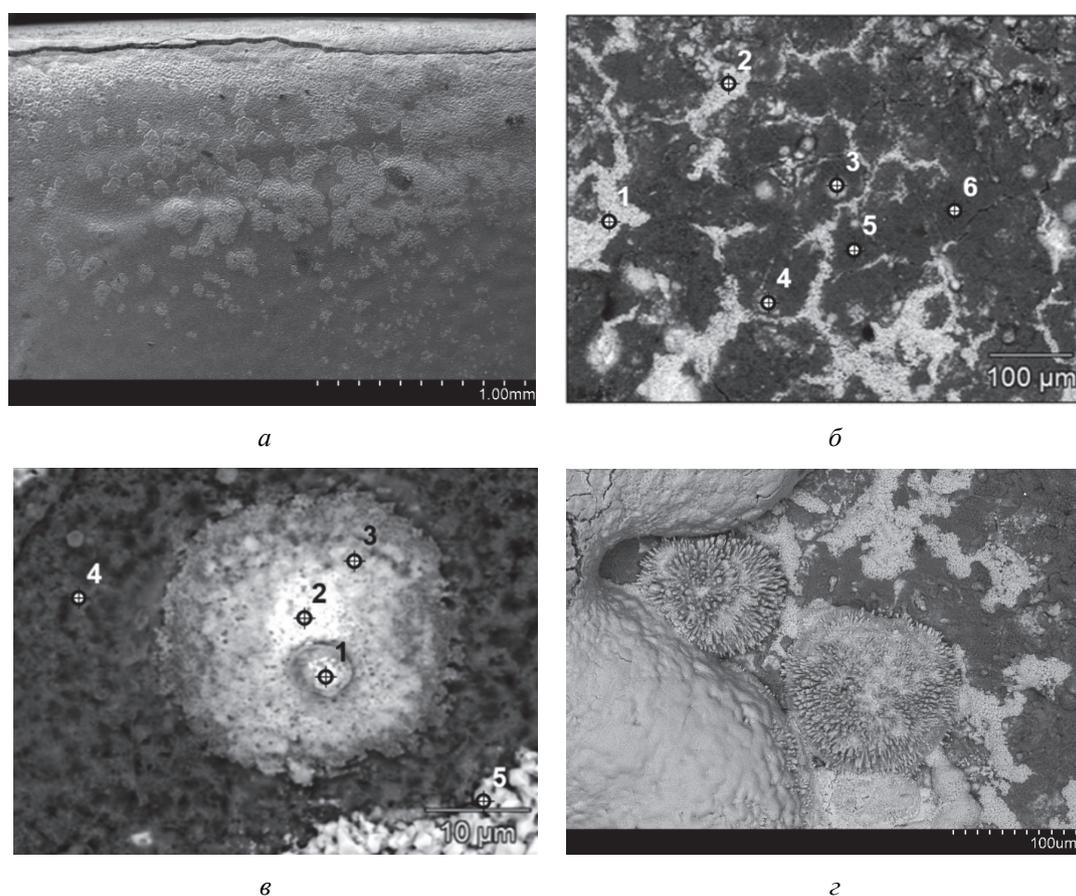


Рис. 1. Поверхность образцов и точки микрорентгеноспектрального анализа стали 30 после термоциклирования:

*a* – без покрытия; *б* – *г* – покрытие NiAl

## Элементный состав в точках (рис. 1) на поверхности стали 30

Точки анализа	Содержание элементов, ат.%					
	O	Al	Fe	Ni	Mn	Si
Рисунок 1, б						
1	67,48	4,16	19,28	6,96	2,12	-
2	66,50	2,85	21,38	7,06	2,21	-
3	63,64	19,50	6,41	9,79	0,41	0,26
4	60,33	14,49	12,41	12,24	0,53	-
5	57,20	39,57	0,58	2,58	0,06	0,02
6	46,63	44,11	1,33	7,82	-	0,11
Рисунок 1, в						
1	58,42	11,11	2,08	27,68	0,17	0,54
2	65,94	17,87	6,52	9,15	0,38	0,14
3	63,39	22,22	5,57	8,20	0,31	0,31
4	59,17	36,72	0,67	3,36	0,04	0,04
5	61,60	12,66	16,92	6,93	1,89	-

Предварительные результаты микрорентгеноспектрального анализа показали, что столбчатые кристаллиты в отличие от окружающего материала содержат дополнительно (от 0,1 до 0,5 мас. %) Al и Ni, тогда как основой является  $FeO_2$ .

Испытания образцов стали без покрытия показало, что увеличение массы образцов при трехкратном нагреве в пересчете на площадь поверхности образцов составляет ( $г/м^2$ ), первый нагрев – 280, второй – 100, третий - 60. Как следует из полученных результатов, максимальное окисление наблюдается после первого нагрева, затем скорость окисления уменьшается из-за возникающей оксидной пленки препятствующей свободному доступу кислорода к поверхности образца. Окисление образцов с покрытиями происходит в меньшей степени ( $г/м^2$ ), первый нагрев – 7, второй – 8, третий – 6, хотя покрытие формируется с трещинами, которые снижают жаростойкие свойства. Полученные результаты исследований жаростойкости подтверждают результаты, где не обнаружено признаков отслаивания покрытия от основы.

На основании проведенных исследований можно сделать ряд выводов.

1. Покрытие, сформированное методом ЭИЛ и анодным материалом, состоящим из интерметаллида алюминия NiAl, образует поверхностные трещины, и шаровидные включения.

2. Обнаруженные шаровидные включения на поверхности образцов после испытания на жаростойкость образуются из капель металла сформировавшихся при нанесении и оксидов, вырастающих из областей несплошности покрытий.

Исследования проводились на оборудовании ЦКП «Прикладное материаловедение» ФГБОУ ВО «ТОГУ» при финансовой поддержке со стороны Минобрнауки РФ в рамках гос. заданий (№ гос. рег. 11.7208.2017/7.8 и 11.3014.2017/4.6)

## ЛИТЕРАТУРА

1. Химухин С.Н. Формирование структуры слоя на металлах и сплавах при электроискровой обработке / С.Н. Химухин, Хосен Ри, А.Д. Верхотуров, Э.Х. Ри. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2010. – 240 с.
2. Химухин С.Н. Дуплекс-технология получения интерметаллидных покрытий / Химухин С.Н., Еремина К.П., Ри Х., Ри Э.Х., Гончаров А.В. // *Металлургия машиностроения*. – 2016. – № 2. – С. 41–44.
3. Гостищев В.В. Получение комплексно-легированных алюминидов никеля и лигатур сложного состава металлотермией оксидов металлов / Гостищев В.В., Ри Э.Х., Ким Е.Д., Химухин С.Н. // *Цветные металлы*. – 2017. – № 10. – С. 37–42.
4. Хосен Ри Синтез легированных алюминидов никеля из оксидных соединений алюминотермическим методом / Ри Хосен, В.В. Гостищев, С.Н. Химухин, Е.Д. Ким, А.В. Меднева // *Металлургия машиностроения*. – 2018. – № 1. – С. 30–35.

## БИОГРАФИЯ

Ри Хосен родился 11 января 1938 года в г. Инчен Республика Корея. Окончил механико-технологический факультет Белорусского политехнического института им. И.В. Сталина в 1961 г. С 1961 по 1963 гг. работал инженером-металлургом в Минском филиале «НИИАВТОПРОМ», с 1963 по 1964 г. – инженер проблемной лаборатории кафедры «Физика твердого тела и полупроводников Белорусского государственного университета (г. Минск). Поступил в аспирантуру там же в 1965 году, защитил кандидатскую в 1968г., а докторскую в 1983 г. в г. Киеве при Институте проблем литья АН УССР. С 1968 года работает в Тихоокеанском государственном университете, с 1971 г. – зав. кафедрой «Технология металлов» и кафедры «Литейное производство и технология металлов» с 1984 г. до 1 февраля 2016 г. Автор более 450 публикаций, из них 22 монографий, 4 учебника и 5 учебных пособий с Грифом УМО Министерства образования и науки. В 2015 г. в соавторстве с профессорами Ри Э.Х. и Химухиным С.Н. изданы 3 учебных пособия: «Свойства чугунов в жидком и твердом состоянии» с грифом УМО Министерства образования и науки.

## COATINGS OF NICKEL ALUMINIDE ON STEEL 30

Ri Khosen<sup>1</sup>, K.P. Eremina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Pacific National University, Russia, Khabarovsk*

<sup>2</sup>*Institute of Materials of Khabarovsk Scientific Centre of Far Eastern Branch  
of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russia,  
bksenya\_p@bk.ru*

For most machines and mechanisms, an increase in the time of trouble-free operation is possible when a corresponding coating with the specified functional properties created on their surface. One of the methods application and hardening coatings on the surfaces ma-

chine parts is the method of electro spark deposition (ESD). [1] This technology based on the effect of the electrical discharge destruction of a material of tool electrode (anode) with the transfer its material on the workpiece (cathode).

The main advantages of the process ESD are formation of coatings with improved physical-mechanical and technological properties such as high-temperature strength and heat resistance also high adhesion between the put layer and the substrate. There are publications on making coatings of Ni-Al alloys by various methods. But practically no information on the use of electro-spark deposition (ESD), as a technique for obtaining such coatings.

The formation of the layer was carried out using electro spark installation «Elitron – 22A» (having one impulse energy of 0.06 – 0.08 joules and the pulse duration of 300 micro sec). Al based alloys for the electrodes were produced in high frequency induction furnace "SFM 2.2 Aveyron". Stainless steel (0.27-0.35% C; 0.17-0.37% Si, 0.50-0.80% Mn) was used as a cathode. Metallographic analysis was carried out using optical and scanning electron microscope «Hitachi SU-70» with attachments to the microscope (EDX and WDX). Heat resistance was research using a Q 1000 derivatograph, with three-fold heating-cooling (thermal cycling).

The surface of the steel 30 samples without coating after thermal cycling has no irregularities, but almost all the faces are cracked, which is noticeable peeling of the oxide film from the base. On the faces of samples with coatings such cracks are not observed, but there are irregularities due to both the features of the formation of the layer under ESD, and the complex processes of oxide formation during heating.

Tests of uncoated samples showed that the increase in the mass of the samples with triple heating in terms of the surface area of the samples is (g / m<sup>2</sup>), the first heating is 280, the second is 100, and the third is 60. As follows from the results, the maximum oxidation is observed after first heating, then the oxidation rate decreases due to the resulting oxide film preventing free access of oxygen to the surface of the sample. Oxidation of the samples with coatings occurs to a lesser degree (g / m<sup>2</sup>), the first heating is 7, the second is 8, and the third is 6, although the coating is formed with cracks characteristic of this intermetallic alloy and oxidation in which reduces the heat resistance of the coatings. At the same time, peeling of the coatings is not observed. On the surface of the coatings after the thermal cycling tests, globular inclusions are found which are formed from drops of metal formed during the application of coatings and oxides growing from local areas where coatings are absent (discontinuities).

#### REFERENCES

1. Khimukhin SN Formation of the structure of a layer on metals and alloys in the course of electrospark processing. Khimukhin, Hosen Ri, A.D. Verkhoturov, E.H. Re. – Khabarovsk: Publishing house of the Far Eastern State Transport University, 2010. – 240 p.

#### BIOGRAPHY

Ri Khosen was born on 11 Jan 1938 in Incheon, Republic of Korea. Graduated from mechanical engineering Department of the Belarusian Polytechnic Institute. I. V. Stalin in 1961. From 1961 to 1963 he worked as an metallurgist-engineer in the Minsk branch of the

"НИТАВТОПРОМ", from 1963 to 1964 - engineer of the laboratory of the Department "Physics of solid state and semiconductors" of the Belarusian state University (Minsk). He entered graduate school there in 1965, he defended his PhD in 1968. and a doctorate in 1983. in Kiev at the Institute of casting problems of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR. Since 1968 works in the Pacific state University, since 1971 - head. the Department "Technology of metals" and the Department "Foundry and metal technology" since 1984 until February 1, 2016 is the Author of over 450 publications, including 22 monographs, 4 textbooks and 5 manuals with a signature Stamp UMO Ministry of education and science. In 2015, in collaboration with professors E. H. Ri and Khimukhin S. N. published 3 textbooks: "properties of iron in liquid and solid state" stamped UMO Ministry of education and science.

### **К ВОПРОСУ О РЕПАТРИАЦИИ КОРЕЙЦЕВ СНГ НА ИСТОРИЧЕСКУЮ РОДИНУ: СОЦИАЛЬНО-ФИЛОСОФСКИЙ АНАЛИЗ**

**М.Д. Тен**

*ООО «Биоквант», [ten-md@mail.ru](mailto:ten-md@mail.ru)*

Рассмотрен вопрос о репатриации корейцев СНГ с точки зрения объективных исторических процессов. В статье делается попытка осмыслить перспективы возвращения корейцев на историческую Родину в контексте нынешней социально-политической реальности.

Вопрос о репатриации зарубежных корейцев не стоит на политической повестке дня Южной или Северной Кореи. Как известно, программы репатриации в той или иной форме проводят многие страны, в том числе Российская Федерация. Эти программы призваны вернуть на историческую Родину соотечественников, проживающих за рубежом, создать условия для быстрой адаптации и интеграции репатриантов в принимаемом обществе.

Когда поднимается тема репатриации корейцев СНГ, возникает ряд важных вопросов. Прежде всего нужно понять – в какую Корею должны вернуться корейцы СНГ – в Северную или Южную? По своему историческому происхождению корейцев СНГ можно поделить на три группы.

– Потомки корейцев, живших на Дальнем Востоке России, которые мигрировали преимущественно из северных провинций Кореи с 60-х гг. XIX в. до первой половины XX в. Эта группа представлена 2–5 поколениями и составляет большинство корейцев СНГ.

– Сахалинские корейцы. Как известно, тысячи корейцев были вывезены из южных провинций Кореи в 1939-1945 гг. для принудительных работ на шахтах Карафуту

(японское название Южного Сахалина). По окончании войны часть из них репатриировалась в Корею, но большая часть осталась на Сахалине. В настоящее время численность сахалинских корейцев в России, Казахстане и Узбекистане составляет около 35 тысяч, представленных 1-3 поколениями [1].

– Бывшие граждане КНДР, приехавшие в СССР на учебу, на работу или перешедшие границу. Большинство из них после XX съезда КПСС, на котором был раскритикован культ личности Сталина и после которого отношения между Москвой и Пхеньяном ухудшились, осталось в СССР. Число корейцев данной группы исчисляется несколькими десятками [2].

Как известно, корейцы СНГ прошли непростой полуторавековой исторический путь развития с момента начала их переселения из Кореи на русский Дальний Восток в 1863 году [3] до настоящего времени. До депортации 1937 г. корейцы на Дальнем Востоке России имели возможность общаться с родственниками в Корее. Этому способствовала открытость границ и близость этого края к Корее. После депортации в Среднюю Азию корейцы были перемещены на значительное удаление от Корейского полуострова. Кроме того, вплоть до конца 1980-х гг. корейцы СССР развивались в условиях «железного занавеса», что усугубило их изоляцию от исторической Родины.

После депортации образование на корейском языке, к тому моменту широко распространенное на Дальнем Востоке России, было передислоцировано в места вселения. Но довольно скоро национальные школы были преобразованы в школы обычного типа [4], а затем переведены на русский язык обучения [5]. Корейский язык оказался невостребованным вне сферы бытового общения, что лишало молодое поколение стимула к его изучению. В то же время наблюдалось стремление к овладению русским языком [6].

Сильно упразднились традиции и обычаи корейцев СНГ. Сохранились лишь некоторые элементы традиционной обрядности. На это повлиял и процесс урбанизации корейцев СНГ. При этом культура Южной и Северной Кореи также не стоит на месте. Например, очевидно большое влияние западной культуры на южнокорейскую культуру, что проявляется во всех сферах. Таким образом, можно говорить не просто об отдалении культуры корейцев СНГ от культуры Северной и Южной Кореи, а о взаимном отдалении этих культур друг от друга.

Сегодня в Южной Корее проживает немало корейцев СНГ. Активно развивается трудовая миграция наших соотечественников в Республику Корея. Они имеют возможность устраиваться на работу на южнокорейские предприятия. Однако опыт работы корейцев СНГ в Республике Корея актуализировал следующие проблемы:

– *Языковая проблема.* Подавляющее большинство корейцев СНГ не знает корейский язык. По данным Всероссийской переписи населения 2010 г., лишь около 20% корейцев России владеют корейским языком [7]. По данным опроса автора, проведенного среди корейцев Узбекистана в 2009-2010 гг., 22% из них общаются дома смешанно на русском и корейском языках и лишь 10% - только на корейском [8].

– *Разница условий труда в странах СНГ и Республике Корея.* В Южной Корее более динамичный темп работы и очень небольшое количество времени для отдыха, что, как правило, непривычно для корейцев стран СНГ.

– *Ментальные различия,* проявляющиеся в разнице привычек, манеры поведения и т.д.

– *Разница в экономическом статусе.* Надо признать, что корейцы из стран бывшего СССР являются для Южной Кореи такими «бедными родственниками». А разница в экономическом статусе не может не приводить к проблемам во взаимоотношениях между корейцами СНГ и южнокорейцами.

Если к разнице в темпе работы и привычкам южнокорейцев можно быстро приспособиться, то овладеть корейским языком на уровне южнокорейца или быстро поднять свой экономический статус до южнокорейского крайне затруднительно для большинства корейцев СНГ.

Таким образом, даже если репатриация корейцев СНГ в Южную Корею станет реальностью, то пройдут еще многие годы, пока южнокорейское общество признает репатриантов равными себе. Здесь стоит вспомнить опыт адаптации российских немцев в Германии. Значительная их часть столкнулась с кризисом этнической идентификации, когда они не считали себя русскими в полной мере, но и не могли ощущать себя немцами, на что во многом оказывало влияние отношение к ним местного населения [9].

Говоря о репатриации корейцев СНГ, нельзя не отметить проводимую Южной Кореей особую политику в отношении сахалинских корейцев. Некоторые представители старшего поколения корейцев Сахалина, которые сохранили старые родственные связи с исторической Родиной и владели сеульским диалектом, смогли вернуться в Южную Корею [10].

Вместе с тем Республика Корея предоставляет зарубежным корейцам определенные льготы, например, в виде специальной визы для этнических корейцев F-4. Также правительством Южной Кореи оказывается поддержка в строительстве культурных учреждений для этнических корейцев в странах СНГ, а также существующим там газетам и радиостанциям на корейском языке [11].

В 2000 г. в Южной Корее был принят «Закон об иммиграции и правовом статусе зарубежных корейцев», который не распространялся в полной мере на корейцев Китая и СНГ. В 2005 г. правительством Республики Корея была внедрена новая программа поддержки этнических корейцев в странах СНГ. В качестве специальных мер по укреплению связей с «постсоветскими» соотечественниками реализуются программы по их организованному посещению Южной Кореи. Согласно проведенной в 2009 г. реформе Закона о выборах, в проводимых на территории Южной Кореи выборах впервые получили право участвовать «зарубежные соотечественники». Численность избирателей в СНГ, получивших такую возможность, превысила 9 тыс. чел. [12].

Как мы понимаем, с точки зрения имеющихся финансовых возможностей полноценную программу репатриации зарубежных корейцев может осуществить только Южная Корея. У КНДР имеются экономические трудности, кроме того это одна из

самых изолированных стран мира. Какие же причины мешают Южной Корее в полной мере осуществить репатриацию зарубежных корейцев?

– *Во-первых*, это огромная перенаселенность Республики Корея. Численность этой страны на 2018 г. составляет 51 млн. чел. [13] при площади 99 тыс. кв. км, что примерно в полтора раза меньше Приморского края России (164 тыс. кв. км), в котором, к слову сказать, проживает всего 2 млн. чел. [14].

– *Во-вторых*, подобная программа обошлась бы бюджету Кореи в значительную сумму. Количество потенциальных репатриантов (т.е. кол-во всех зарубежных корейцев) составляет около 7 млн. чел., из которых около полумиллиона – корейцы СНГ. Создание условий для такого огромного количества людей ляжет тяжким бременем на южнокорейских налогоплательщиков, что может в итоге вызвать недовольство населения.

Как мы видим, в нынешних условиях осуществление программы репатриации зарубежных корейцев представляется маловероятной. Но, на мой взгляд, эта вероятность значительно возрастёт в случае объединения Северной и Южной Кореи. Почему?

*Во-первых*, после объединения возникнет необходимость развития экономики Севера с целью уравнивать ее с экономикой Юга. В этом случае различные специалисты-корейцы СНГ могут понадобиться во многих отраслях экономики Севера, в том числе в качестве кадрового пополнения для новых предприятий.

*Во-вторых*, корейцы СНГ и другие зарубежные корейцы, смогут смягчить и, в какой-то степени, предотвратить возможную социальную напряженность при объединении южно- и северокорейского социумов. Зарубежные корейцы станут связующим элементом в непростом процессе объединения разделенной нации.

*В-третьих*, присутствие в Корее, граничащей с российским Дальним Востоком, большой русскоязычной диаспоры корейцев, улучшит качество взаимоотношений с Россией. С одной стороны, это привлечет российские инвестиции в экономику объединенной Кореи, с другой – поможет развитию экономики Дальнего Востока России. Таким образом, присутствие в объединенной Кореи диаспор зарубежных корейцев, сыграет положительную роль в укреплении политических и экономических связей с другими государствами мира.

Исходя из вышесказанного, ключевым является вопрос – насколько вероятно само объединение? Последние события в мире, межкорейский саммит президента Республики Корея Мун Чжэ Ина и руководителя КНДР Ким Чен Ына 27 апреля 2018 г., а также встреча лидеров Северной Кореи и США в Сингапуре 12 июня 2018 г. позволяют надеяться, что следующим шагом может стать многосторонняя встреча с участием ключевых игроков в регионе и подписание мирного договора, после чего можно будет говорить о реальном объединении Северной и Южной Кореи.

В случае осуществления программы репатриации, перед корейцами СНГ встанет вопрос о сохранении их этнокультурной идентичности. Захотят ли русскоязычные корейцы сохранить себя как часть русского мира, или же они растворятся в южнокорейском обществе? Несомненно, будут сторонники и того и другого. Но даже если

первым поколениям репатриантов удастся сохранить русский язык и свою «русскость», то захотят ли их дети и внуки сделать то же самое? Вероятно, эти вопросы станут объектами будущих исследований.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ким Г.Н., Хан В.С. Актуальные проблемы и перспективы корейской диаспоры Центральной Азии [Электронный ресурс] // Сервер «Заграница». URL: [http://world.lib.ru/k/kim\\_o\\_i/problemsrtf.shtml](http://world.lib.ru/k/kim_o_i/problemsrtf.shtml) (дата обращения: 17.06.2018).
2. Там же.
3. Пак Б.Д. Корейцы Российской империи. – М.: Изд-во МГУ, 1993. – С. 19.
4. Ким Г.Н., Мен Д.В. История и культура корейцев Казахстана. – Алматы: Гылым, 1995. – С. 212.
5. Ким П.Г. Корейцы Республики Узбекистан: История и современность. – Ташкент: Ўзбекистон, 1993. – С. 65.
6. Попова Ю.В. У корейцев Средней Азии // Краткое сообщение Института этнографии. – Вып. XXXVIII. – 1963. – С. 34.
7. Всероссийская перепись населения 2010 г. Том 4. Национальный состав и владение языками, гражданство. Владение языками населением наиболее многочисленных национальностей [Электронный ресурс]. URL: [http://www.gks.ru/free\\_doc/new\\_site/perepis2010/croc/perepis\\_itogi1612.htm](http://www.gks.ru/free_doc/new_site/perepis2010/croc/perepis_itogi1612.htm) (дата обращения: 17.06.2018).
8. Тен М.Д. Современная этнокультурная идентичность корейцев Узбекистана: по данным социологического исследования. – Ташкент: «Extremum-Press», 2013. – С. 76.
9. Савоскул М.С. Российские немцы в Германии: интеграция и типы этнической самоидентификации (по итогам исследования российских немцев в регионе Нюрнберг - Эрланген) [Электронный ресурс] // Сайт «Демоскоп». URL: <http://www.demoscope.ru/weekly/2006/0243/analit03.php> (дата обращения: 17.06.2018).
10. Ланьков А.Н. Корейцы СНГ – страницы истории [Электронный ресурс] // Сеульский вестник. URL: <http://vestnik.kr/articles/historypage/3551.html> (дата обращения: 17.06.2018).
11. Алексеева С. Южная Корея и диаспора: прочная связь с исторической родиной [Электронный ресурс] // Русский век. Портал для российских соотечественников. URL: <http://ruvek.ru/?module=articlesp&action=view&id=9320> (дата обращения: 17.06.2018).
12. Ким Г.Н. Миграция или репатриация в Южную Корею [Электронный ресурс] // Сайт «Корё Сарам. Записки о корейцах». URL: <https://koryo-saram.ru/migratsiya-ili-repatriatsiya-v-yuzhnyuyu-koreyu/> (дата обращения: 17.06.2018).
13. Worldometers. South Korea population. URL: <http://www.worldometers.info/world-population/south-korea-population/> (дата обращения: 17.06.2018).
14. Национальный акцент. Приморский край .URL: <http://nazaccent.ru/geo/primorye/> (дата обращения: 17.06.2018).

#### БИОГРАФИЯ

Я, Тен Михаил Дмитриевич, работаю в области маркетинга и специализируюсь на продвижении интернет-рекламы. Работаю интернет-маркетологом в компании «Биоквант», г. Новосибирск. Кандидат исторических наук с 2012 года. Область моих научных интересов включает изучение проблемы этнокультурной идентичности, истории, культуры корейцев СНГ.

## **THE ISSUE OF CIS KOREANS' REPATRIATION TO THE HISTORICAL HOMELAND: SOCIO-PHILOSOPHICAL ANALYSIS**

**M.D. Ten**

*Biokvant LLC, ten-md@mail.ru*

As to the theme of CIS Koreans' repatriation, it is necessary to understand, what is historical homeland for CIS Koreans – North or South Korea? According to their historical origin, CIS Koreans can be divided into three main groups.

– The descendants of Koreans who lived in the Far East of Russia before deportation 1937. They migrated to Russia mainly from the northern provinces of Korea since the 60s of XIX century until the first half of the XX century.

– Koreans of Sakhalin. As you know, thousands of Koreans were deported from the southern provinces of Korea in 1939-1945 for forced labor in the mines of Karafuto (the Japanese name of Southern Sakhalin). At the end of the war, some of them returned to Korea, but most remained in Sakhalin.

– Former citizens of the DPRK who came to the USSR to study, work or illegally crossed the border.

As you know, CIS Koreans have gone a difficult one-and-a-half-century historical way from the moment of their first migration from Korea to the Russian Far East in 1863 until the present day. Today, some CIS Koreans live in South Korea. The labor migration of CIS Koreans to the Republic of Korea is actively developing. However, the life experience of CIS Koreans in the Republic of Korea actualized the following problems:

– Language problem. The overwhelming majority of CIS Koreans do not know Korean language.

– Difference of working conditions in the CIS countries and the Republic of Korea.

– Cultural difference, expressed in difference of habits, manners, etc.

– Difference in economic status of CIS Koreans and Koreans of South Korea.

What are the reasons, which prevent government of the Republic of Korea from fully implementing the repatriation of foreign Koreans? First, this is a huge overpopulation of South Korea. The population of this country in 2018 is 51 million people with an area of 99 thousand square kilometers. The number of potential repatriates is about 7 million, of which about half a million are CIS Koreans. Creating a living environment for such a huge number of people will be a heavy burden on South Korean taxpayers, which can eventually cause discontent among the population of the Republic of Korea.

As we see, the implementation of the program of repatriation for the foreign Koreans seems unlikely in the present conditions. However, in my opinion, it will become more likely in case of unification of North and South Korea.

After the unification, various specialists-CIS Koreans may be needed in many sectors of the Korean economy. The CIS Koreans and other foreign Koreans will become a connecting element in process of uniting the divided nation. In addition, the presence in Korea of a

large Russian-speaking diaspora of CIS Koreans will improve the quality of relations between Korea and Russia.

#### BIOGRAPHY

I work in the field of marketing focusing on promotion of Internet advertising. I'm with Biokvant LLC (Novosibirsk, Russia) since 2018. My position is specialist in marketing. I received my PhD in History degree at the Institute of History, Academy of Sciences of Uzbekistan (Tashkent, Uzbekistan) in 2012. My research interests include ethno-cultural Identity, history and culture of CIS Koreans.

#### АНАЛИЗ ЛИТЕЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОЧИХ ОРГАНОВ ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНЫХ НЕФТЯНЫХ НАСОСОВ

Э.Б. Тен

*Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»*

Выполнен анализ литейных технологий, обеспечивающих эффективное производство деталей рабочих органов электроцентробежных нефтяных насосов. Показано, что наиболее подходящими для этого являются литье в разборные стопочные формы из холодно-твердеющих смесей и литье в неразъёмные формы по выжигаемым моделям.

Объектом исследования являлись литые детали рабочего колеса и направляющего аппарата из высоколегированного чугуна (рис. 1).

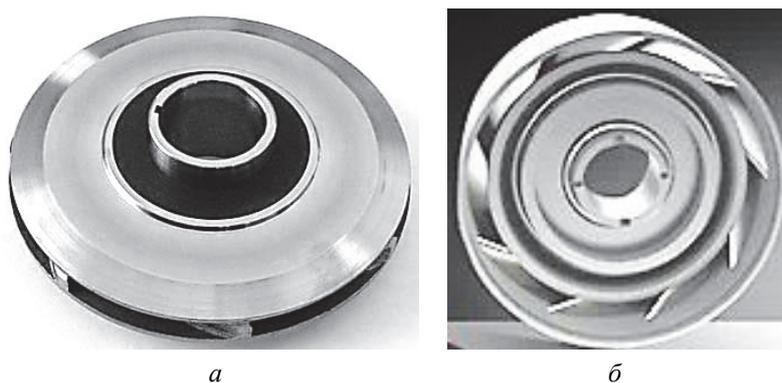


Рис. 1. Детали рабочих органов ЭЦН:  
а – рабочее колесо; б – направляющий аппарат

Эти детали образуют ступень. Из нескольких ступеней формируют модуль-секцию элетроцентробежного насоса (ЭЦН) (рис. 2).

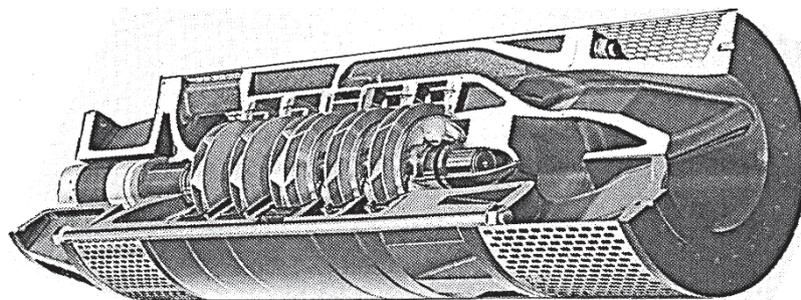


Рис. 2. Модуль-секция ЭЦН с пятью ступенями

Собственно установка ЭЦН, при помощи которой осуществляется выкачивание нефти из скважин, содержит от нескольких десятков до нескольких сотен ступеней [1, 2].

ЭЦН изготовляют в соответствии с ГОСТ 32601-13 «Насосы центробежные для нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности. Общие технические требования» [3]. В связи с коррозионным и эрозионным воздействием выкачиваемой нефтесодержащей жидкости на рабочие органы ЭЦН его детали изготовляют из коррозионно-стойкого никель-медного чугуна «нирезист» типа ЧН15Д7Х2 (ГОСТ 7769-82).

Рабочее колесо и направляющий аппарат являются деталями ответственного назначения. Поэтому к ним предъявляются строгие требования по наружным и внутренним дефектам. В то же время конструктивно они являются тонкостенными и имеют сложные внутренние проточные каналы (полости), образованные спиралевидными лопастями. Наличие тонких стенок, узких щелей в местах стыковки лопастей с корпусом, криволинейность внутренних каналов обуславливают высокую вероятность формирования на отливках дефектов в виде недоливов, неслитин, пригара и засоров.

Для производства деталей рабочих органов ЭЦН применяют разные литейные технологии – литье в разъемные формы из песчано-глинистых смесей (ПГС процесс), литье в разъемные формы из горяче-твердеющих смесей (Hot-box процесс) и литье разъемные формы из холодно-твердеющих смесей (Cold-box процесс), а также литье в неразъемные формы по выплавляемым и выжигаемым моделям [4...6].

Применимость этих литейных технологий для производства деталей рабочих органов ЭЦН определяли по критериям, включающим оценку методов литья по технологическому, экономическому, экологическому и организационно-техническому аспектам [7].

Технологические аспекты включали оценку способа литья по следующим факторам: по технологичности изготовления форм и стержней; по свойствам формовочных и стержневых смесей (прочности, текучести, живучести, осыпаемости, газотворности, выбиваемости); по вероятности образования различных дефектов и по качеству получаемых отливок.

Экономические аспекты включали оценку способа литья по производительности, себестоимости отливок, потерям от брака форм, стержней и отливок, капитальны вложениям на технологическое оборудование и оснастку.

Экологические аспекты включали оценку способа литья по объему газовыделений на различных стадиях реализации технологии, степени токсичности выделяемых газов и возможности их нейтрализации, возможности утилизации образующихся отходов и санитарно-гигиеническим условиям на рабочем месте.

Организационно-технические аспекты включали оценку способа литья по необходимости организации нескольких и разных технологических потоков, применения разнородных материалов с малыми сроками хранения, обеспечения безопасного хранения токсичных материалов.

В таблице приведены результаты критериальной оценки литейных технологий по пятибальной системе.

**Результаты критериальной оценки литейных технологий**

Факторы оценки	Литье в разъемные формы			Литье в неразъемные формы по	
	ПГС процесс	Hot-box процесс	Cold-box процесс	выплаваемым моделям	выжигаемым моделям
Технологические	4	5	5	5	5
Экономические	4	3	5	3	4
Экологические	4	3	4	3	4
Организационно-технические	3	4	5	3	4
Итого	15	15	19	14	17

Литье в разъемные формы из песчано-глинистых смесей (ПГС процесс) имеет низкий балл (15) из-за недостаточно высокого качества отливок и необходимости организации стержневого производства параллельного с формовочным производством. Литье в разъемные формы из горяче-твердеющих смесей (Hot-box процесс) имеет такой же уровень баллов (15). В данном случае низкий балл обусловлен высокими энергозатратами на нагрев технологической оснастки, а также проблемами с выделением вредных газов как на стадии изготовления форм и стержней, так и на стадии заливки жидким металлом литейных форм и формирования в них отливок.

Литье в разъемные формы из холодно-твердеющих смесей (Cold-box процесс), особенно изготавливаемых по Cold-box-amin процессу, имеет наибольший балл (19). Этот процесс наиболее полно может обеспечить требования к литым деталям рабочих органов ЭЦН.

Технология Cold-box-amin процесса обладает высокой технологичностью и производительностью, достаточно экономична, экологически безопасна и позволяет производить качественные отливки рабочих колес и направляющих аппаратов с высокой

размерной точностью, низкой шероховатостью и минимальной дефектностью. При этом наиболее удачным вариантом этого процесса является литье в такие формы, сложенные в стопки.

В таких формах литниковые каналы имеют малую протяженность, что минимизирует вторичное загрязнение жидкого чугуна в литейной форме. При этом литниковую систему можно сконструировать так, чтобы подвод металл к отливке был одинаковым для всех отливок, размещённых в форме. Это позволяет обеспечить идентичные условия формирования всех отливок.

Из технологий литья в неразъемные формы вариант осуществления процесса по выжигаемым моделям имеет более высокий балл (17) в сравнении с вариантом осуществления процесса по выплавляемым моделям (14). Эти процессы являются схожими, так как реализуются без применения стержней, по удаляемым (выжигаемым или выплавляемым) моделям, с нанесением огнеупорных покрытий на модели и формированием отливок в неразъемных формах. Они позволяют изготавливать отливки с высокой размерной точностью (8...9 классом точности), чистой поверхностью и низкой шероховатостью (Rz 20...Rz 40). Отсутствие разъема форм исключает образование на отливках таких дефектов как заливы и перекос.

В то же время литьё по выжигаемым моделям реализуется при меньшем числе операций, чем при литье по выплавляемым моделям, и при меньшем расходе дорогостоящих материалов. Поэтому трудоемкость изготовления отливок снижается на 20...30 %, а себестоимость отливок - на 10...15 %.

При этом проблема образования при выжигании полистироловых моделей вредных газов полностью решается за счет вакуумирования формы путем направленного газоотвода и нейтрализующей газоочистки.

Таким образом, для производства ответственных деталей рабочих органов электроцентробежных насосов для нефтяных скважин, изготавливаемых из коррозионностойкого высоколегированного никель-медного чугуна, наиболее предпочтительными являются литье в разъемные формы из холодно-твердеющих смесей, изготавливаемых по Cold-box-amin процессу, а также литье в неразъемные формы по выжигаемым моделям.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Обзор «Нефтяная и нефтеперерабатывающая промышленность России 2012-2020 гг.». Инвестиционные проекты и описание компаний: <http://infoline.spb.ru> (Дата обращения 15.04.2018).
2. Ивановский В.И. Скважинные насосные установки для добычи нефти / В.И. Ивановский, В.И. Даришев, А.А. Сабиров, В.С. Каштанов, С.С. Пекин. – М.: Изд-во «Нефть и газ» РГУ им. И.М. Губкина, 2002.
3. ГОСТ 32601-2013 (ISO 13709: 2009) «Насосы центробежные для нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности. Общие технические требования». – М.: Стандартинформ, 2015. – 285 с.
4. Технологические процессы и оборудование для модернизации литейного производства в машиностроении. – М.: «ИТЦМ Металлург», 2018. – 294 с.

5. Белов В.Д. Литейное производство / В.Д. Белов, М.В. Пикун, Э.Б. Тен и др. – М.: Изд. Дом МИСиС, 2015. – 487 с.

6. Гини Э.Ч., Зарубин А.М., Рыбкин В.А. Специальные технологии литья. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. – 367 с.

7. Кудин Д.А. Технология и оборудование для производства стержней методом Cold-box-amin / Д.А. Кудин, Д.М. Кукуй, Б.В. Куракевич, А.П. Мельников. – Минск: Новое знание, 2007. – 352 с.

### БИОГРАФИЯ

Я, Тен Эдис Борисович, работаю в области литейного производства и специализируюсь по технологии плавки и внепечной обработки литейных сплавов. Работаю профессором Национального исследовательского технологического университета «МИСиС» (г. Москва). Доктор технических наук с 1992 г. Область моих научных интересов включает термодинамические, кинетические и технологические аспекты литейных процессов.

### ANALYSIS OF CASTING TECHNOLOGIES FOR PRODUCING OF WORKING DEVICES OF ELECTRO-CENTRIFUGAL OILING PUMPS

**E.B. Ten**

*National University of Science and Technology “MISIS”*

It is fulfilled the analysis of casting technologies, providing of effective produce of details the working devices of electro-centrifugal oil pumps (ECP). It is showed, the most adequate for that is the casting at stacking molds making by Cold-box process and casting on the burned pattern.

The research object is the casted details of working impeller and guiding device from high alloyed cast iron (Fig. 1).



Fig. 1. Details of ECP working devices: working impeller (a) and guiding device (b)

These details are from the step. From several steps is from the module-section of ECP.

Strictly, the installation of ECP, by means of that are realized the evacuation of oil from well, consist from several tens till the several hundred steps [1, 2].

ECP is produce according to GOST 32601-13 “The centrifugal pumps for oil, oil-chemical and gas industry. General technical demands” [3]. In connection with corrosion and erosion action evacuated oil content liquids on the working devise of ECP the its details is make from “Niresist” type the corrosion-resistance Nickel-Copper cast iron ChNi15Cu7Cr2 (GOST 7769-82).

The working impeller and guiding device is the details of important purpose. Because of this to its are presented the strict demands on the external and internal defects. At the same time the constructively this are the thin-walled and have the complex internal flowing channels (hollows), which formed the spiral blades. The presence of thin walls, narrow chinks at places of blades joining with case, curvature of internal channels caused the high probability of forming at castings the defects as shot run, no united, pickup and send inclusions.

For production of ECP working devices use the different technologies – the casting at the detachable molds from sandy-argillaceous mixtures (sand casting process), the casting at the detachable molds producing by Hot-box process, the casting at the detachable molds producing by Cold-box process, and also the casting at the nondetachable molds producing by melted and burned patterns [4...6]

The applicability of these casting technologies for production of ECP working device details it was determined by criterions, which include the appraising of its by technological, economical, ecological and organization-technical aspects [7].

At the table is shown the results of criterional appraising of casting technologies by five-number system

#### Results of criterional appraising of casting technologies

Appraising factors	The casting at detachable molds			The casting at nondetachable molds	
	Sand casting process	Hot-box process	Cold-box process	On melted patterns	On the burned patterns
Technological	4	5	5	5	5
Economical	4	3	5	3	4
Ecological	4	3	4	3	4
Organization and technical	3	4	5	3	4
Sum	15	15	19	14	17

The casting at the detachable molds producing by Cold-box (Cold-box-amin) process have a maximum number (19). That process have a high technological effectiveness and

productivity, sufficiently economical, ecology safely and cause to produce the quality castings (working impellers and guiding device) to a high precision, low roughness and minimal defectness.

From technology of casting at the nondetachable molds the variant of process on the burned patterns have a more high number (17) then variant of casting on the melted patterns (14). The casting on the burned patterns are realized with the lower number operations and the lower expense of resources. That process have a reduced on 20...30 % man-hours per job for casting making, and also have a reduced on 10...15 % castings net cost.

Thus, for production of important purpose working devices details of electrocentrifugal oil pumps, which produce from corrosion resistance Nickel-Copper alloyed cast iron, the best preferable are the casting at the detachable molds producing by Cold-box-amin process, and also the casting at nondetachable molds producing by the burned patterns.

#### REFERENCES

1. Review "Petroleum and petroleum processing industry in Russia at 2012-2020 y.e." Investment projects and description of companies: <http://infoline.spb.ru> (Rotation date 15.04.2018).
2. Ivanobskiy V.I. Well-drilling pumping devices for oil mining / V.I. Ivanovskiy, V.I. Dirishev, A.A. Sabirov, V.S. Kahtanov, S.S. Pekin. – M.: Izd-vo "Neft i gas" RGU im. I.M. Gubkina. 2002. – 824 p.
3. GOST 32601-2013 (ISO 13709: 2009) "Pumps centrifugal for Petroleum and petroleum chemical and petroleum processing industry. General technical demands". – M.: Standartinform? 2005. – 285 p.
4. Technological processes and equipment for modernization of casting production in mash-inbuilding. – M.: "ITTe Metallurg", 2018. – 294 p.
5. Belov V.D. Liteynoe proizvodstvo / V.D. Belov, M.V. Pikunov, E.B. Ten et al. – M.: Izd. Dom "MISIS", 2015. – 487 p.
6. Gini E.Ch., Zarubin A.M., Rybkin V.A. Special technologies of casting. – M.: Izd-vo MGTU im N.E. Bauman, 2010. – 37 p.
7. Kudin D.A. Technology and equipment for production of cores by method of Cold-box-amin / D.A. Kudin, D.M. Kukuy, B.V. Kurakevich, A.P. Melnikov. – Minsk: Novoe znanye, 2007. – 352 p.

#### BIOGRAPHY

I (Ten Edis Borisovich) work in the field of casting production and focusing on the technology of melting and out off furnace treating of casting alloys. I'm with AKSTS since 1992. My position is professor of department casting technologies. I received my Doctor of Science degree in Moscow state technological university "MISIS", Moscow, Russia in 1992. My research interests include thermodynamic, kinetic and technological aspects of casting processes.

## СОСТАВ И СВОЙСТВА ТВЕРДОЙ ФАЗЫ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО МОЩНОГО СТРЕЛЕЦКОЙ СТЕПИ

**З. Тюгай, Е.Ю. Милановский, Г.С. Быкова**

*Факультет почвоведения МГУ, Москва,  
zemfira53@yandex.ru*

Изучен комплекс почвенного покрова чернозема типичного мощного и чернозема с глубоковыщелочным профилем Стрелецкой степи. Показано, что длительное нахождение чернозема в условиях пара привело к общему снижению содержания органического вещества и, как следствие, к потере водоустойчивости структуры.

Стрелецкая степь является одной из 6 территориально-обособленных участков (Стрелецкий, Казацкий, Букреевы Бармы, Баркаловка, Зоринский, Пойма Псла) Центрально-Черноземного государственного природного биосферного заповедника имени профессора В.В. Алехина, расположенных на расстоянии от 18 до 120 км друг от друга в центральной, южной и восточной частях Курской области. Заповедник был организован в 1935 году для сохранения последних фрагментов нераспаханных луговых степей на черноземах в сочетании с дубравами. Площадь заповедника составляет 5288 га. На Стрелецком участке ЦЧЗ сохраняется практически исчезнувший в европейской лесостепи зональный тип растительности – плакорные луговые степи. Флора степи очень богата видами, среди которых много редких и несколько включенных в Красную книгу. Столь же уникальны и почвы: эталонные черноземы, лишь по сравнению с которыми можно определить степень деградации почвы на распаханных землях.

Цель настоящей работы - изучить состав и свойства твердой фазы чернозема типичного мощного Стрелецкого участка ЦЧЗ под разными ценозами: под целинной разнотравно-луговой степью (некосимая степь - целина) и под пашней, находящейся с 1947 г. в состоянии бесменного пара (пар).

Объекты и методы исследования. Почвенный покров ЦЧЗ представлен черноземом типичным мощным, сформированным на лессовидном суглинке. Проективное покрытие травостоя 90-100% (разнотравно-райграсово-вейниковая ассоциация). Из древесных пород – груша, яблоня, терн, боярышник, клен татарский, вяз, ясень, жимолость. Моховой покров выражен слабо. На целине и на пару были заложены экспериментальные площадки размером 40x50 м по сетке с шагом 10 м. В узлах сетки были отобраны образцы послойно через 10 см. Состав и свойства почвы были определены как общепринятыми методами, так и с привлечением современных приборов [1, 2]. Обработка данных была произведена с помощью программы STATISTICA.

Результаты и обсуждение. В гранулометрическом составе чернозема типичного мощного преобладающей фракцией является крупная пыль (содержание фракции размером 0,05-0,01 колеблется от 44% в гор. ВС до 48% в гор. В1), затем следует илистая фракция (содержание фракции мельче 0,001 мм от 25% в гор. ВС до 29% в верхнем гумусово-аккумулятивном горизонте). Содержание мелкой и средней пыли оди-

наково и составляет от 7% до 12%. Фракция крупного песка отсутствует, а содержание мелкого песка - от 8 до 11%. По классификации Качинского [1] чернозем типичный мощный по гранулометрическому составу иловато-крупнопылеватый. Распределение гранулометрических фракций по профилю почвы равномерное. Фактор структурности по Фагелеру – 77-93.

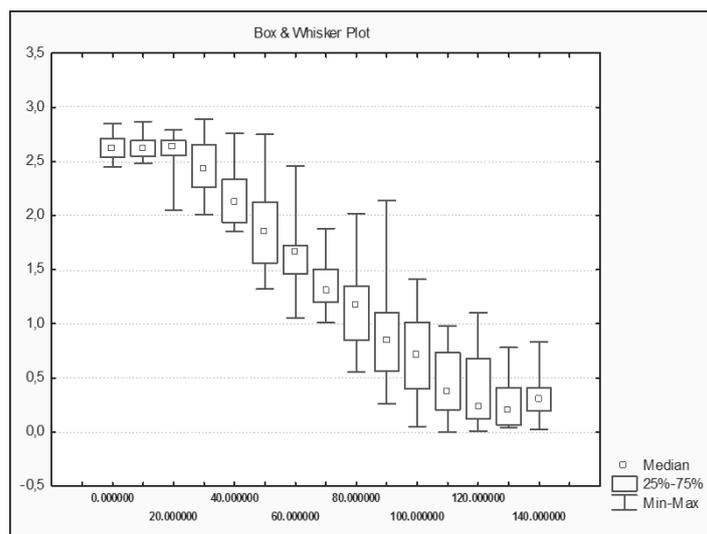


Рис. 1. Статистики распределения содержания С общего на участке-пар

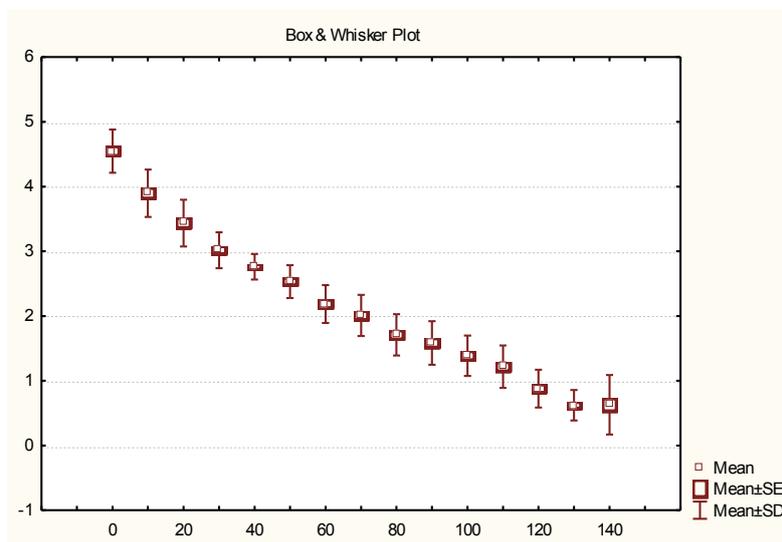


Рис. 2. Статистики распределения содержания С общего на участке-целина

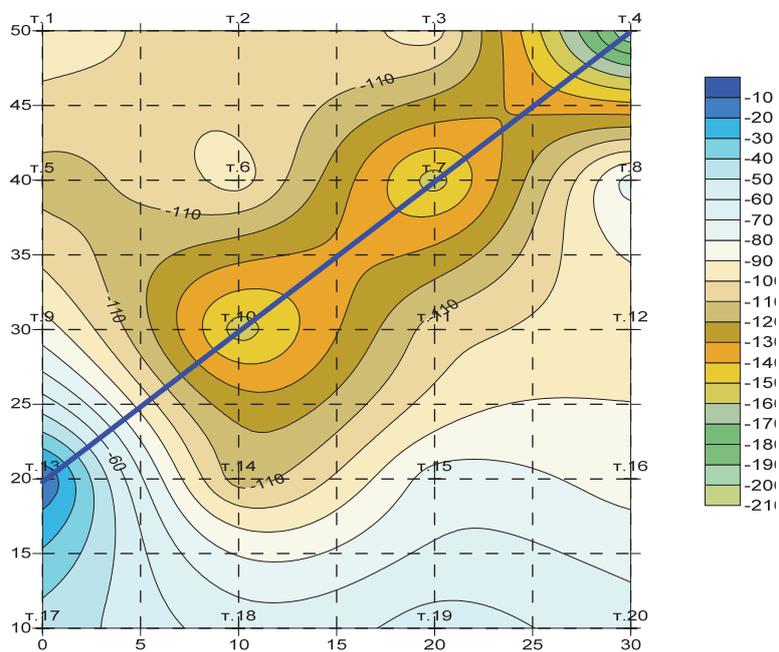


Рис. 3. Изоплеты границы вскипания карбонатов на участке-целина

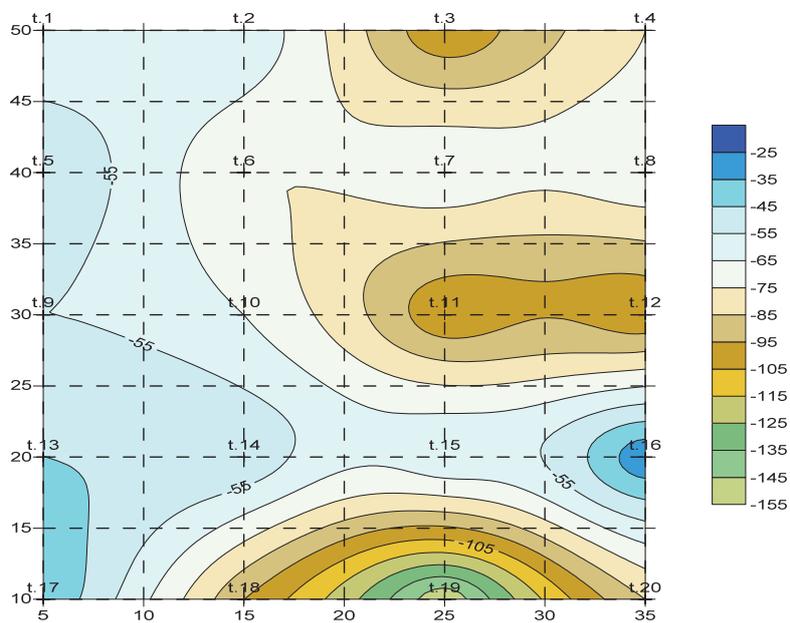


Рис. 4. Изоплеты границы вскипания карбонатов на участке-пар

Черноземы характеризуются высоким содержанием фульватно-гуматного гумуса и агрегатной структурой, обладающей высокой водоустойчивостью [3, 4]. В черноземе под некосимой степью выражено значительное пространственное варьирование содержания углерода в пределах всего профиля, составляющее 1,1-1,5 %. В пределах пахотного горизонта, варьирование содержания общего углерода значительно меньше и составляет 0,4-0,7% (рис. 1, 2). Статистики распределения С органического вещества показали значительное уменьшение содержания органического вещества на варианте длительный пар по сравнению с целиной (рис. 1, 2). Неожиданным результатом является увеличение пределов варьирования содержания  $C_{орг}$  в образцах из нижних горизонтов чернозема под длительным паром. При этом средние значения содержания  $C_{орг}$  в черноземе под целинной растительностью на протяжении всего профиля выше, чем на пару, что свидетельствует о процессе минерализации органического вещества во всех горизонтах профиля. В большинстве случаев в точках опробования на глубинах 100 см (целина) и 80 см (пар) отмечается увеличение содержания общего углерода, обусловленное присутствием карбонатов. Содержание углерода карбонатов на участке длительный пар (рис. 3, 4) показывает, что нахождение чернозема в условиях длительного пара привело к общему увеличению содержания карбонатов в профиле и поднятию средней границы глубины их залегания. При этом на обоих исследованных участках присутствуют глубоко выщелоченные профили черноземов, в которых до глубины 150 см карбонаты отсутствуют (рис. 3, 4). Поднятие верхней границы карбонатов в черноземе под паром связано с их перемещением из нижележащих слоев и переотложением в результате интенсивного восходящего потока в отсутствие растительного покрова. Возможно, имеет место и новообразование карбонатов из насыщенного углекислым газом почвенного раствора в результате интенсивной минерализации органического вещества. Длительное нахождение чернозема в состоянии чистого пара (с 1947 г.) привело к формированию плужной подошвы и значительному уплотнению верхнего слоя (плотность на участке целина составляет  $0,60 - 0,75 \text{ г/см}^3$ , а на пашне  $-1,05-1,31 \text{ г/см}^3$ ). Провальная фильтрационная способность верхних горизонтов чернозема под некосимой степью снижается на пашне до  $1,3-0,3 \text{ мм/мин}$ . С использованием метода малых заливаемых площадей было проведено определение водопроницаемости на склоне понижения между точками 12 и 7. Через 6 часов произвели бурение и определение влажности по глубинам с шагом 10 см. Анализ данных по распределению влажности показал, что поток влаги с глубиной смещается в сторону зоны глубоко выщелоченных карбонатов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шеин Е. В. и др. Теории и методы физики почв. – М.: Гриф и К, 2007. – С. 616.
2. Практикум по физике твердой фазы почв: учебное пособие / Е.В. Шеин, Е.Ю. Милановский, Д.Д. Хайдапова и др. – М.: Буки-Веди Москва, 2017. – 119 с.
3. Афанасьева Е.А. Черноземы Средне-Русской возвышенности. – М.: Наука, 1966.
4. Милановский Е.Ю., Шеин Е.В., Тюгай З. Гумусовые вещества и агрегатная структура чернозема // Почвоведение-основа устойчивого земледелия и охраны окружающей среды, по-

священной 60-летию ин-та Почвоведения им. Николая Пушкарова. – Т. 1. – София, 2007. – С. 105–108.

### **БИОГРАФИЯ**

Я, Тюгай Земфира работаю в области почвоведения и специализируюсь в области физики почв. Работаю в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, на кафедре физики и мелиорации почв факультета почвоведения МГУ с 1980 года. по настоящее время. В настоящее время занимаю должность старшего научного сотрудника, кандидат биологических наук.

Область моих научных интересов: структура почвы, органическое вещество, органико-минеральные соединения, поверхностные свойства почв.

### **THE COMPOSITION AND PROPERTIES OF THE SOLID PHASE OF STRELETSKAYA STEPPE TYPICAL CHERNOZEM**

**Z. Tugai, E.U. Milanovskiy, G.S. Bykova**

*Soil Science Faculty, Moscow State University,  
zemfira53@yandex.ru*

The Streletsкая steppe is one of the 6 territorially isolated areas of the Central Chernozem state natural biosphere reserve named after Professor V. Alekhine (CCZ), Kursk region. In this part of CCZ remains drainage divide's meadow steppe - practically disappeared in the European forest steppe type of vegetatio. Flora of the steppe is very rich in species, among which there are a lot of rare species and some of them are included in the Red book. Equally unique are the soils: chernozems, only in comparison with which it is possible to determine the rate of soil degradation on the arable lands. The composition and properties of the solid phase of Streletsкая steppe typical Chernozem of CCZ under different cenoses: under virgin forb meadow steppe and under arable land, which since 1947 has been in a state of the prolonged fallow, were investigated. On the virgin land and under the fallow experimental areas (40 x 50 cm) were laid. Samples were taken at the crosspoints of the grid with step 10 m with the depth step 10 cm. The distribution statistics of the organic matter's content have shown a significant decrease in the organic matter content under prolonged fallow in comparison with virgin soil. This have led to the loss of the structure's water resistance on the prolonged fallow area. In most cases, based on the sampling points at depths of 100 cm (virgin soil) and 80 cm (fallow) there was an increasing in total carbon content due to presence of carbonates. The carbonates' carbon content on the prolonged fallow area has shown, that the presence of chernozems under the fallow led to thew total increasing of the content of carbonates in the profile and raising of the average depth of their occurrence. At the same time , on both studied areas there are deeply leached profiles of chernozems, where there is an absence of carbonates up to a depth of 150 cm.

The long-term presence of chernozems under the fallow have led to the significant compaction of the upper layer.

#### BIOGRAPHY

I work in the field of soil science, focusing on the processes in soil physics. I have been working in Soil science faculty of Lomonosov Moscow State University since 1980 year. My position is senior researcher of department soil physics and reclamation. I received my doctor degree in Lomonosov Moscow State University, Russia. My research interests include soil structure, organic matter, surface properties of the solid phase.

#### ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ДИНАМИКИ ЖИДКОЙ ВОДЫ В ФОРМИРОВАНИИ СЦЕПЛЕНИЯ В АГРЕГАТАХ ПОЧВ

К.Ю. Хан<sup>2</sup>, Б.К. Сон<sup>1</sup>, И.В. Хан<sup>3</sup>, З. Тюгай<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Институт фундаментальных проблем биологии РАН, Пущино  
bson2015@yandex.ru*

<sup>2</sup>*Окский экологический фонд, г. Пущино,  
khan250351@gmail.com*

<sup>3</sup>*Факультет почвоведения МГУ, Москва,  
zemfira53@yandex.ru*

Исследована структура и динамика жидкой воды, формирующаяся в тонких пленках между гидрофобизированными частицами почв. Представлена кластерная модель жидкой воды, состоящей из трех фракций. Показано, что содержание II и III фракций определяет коллегативные свойства воды.

Марчелия и Радич [1] на основании теории, разработанной Ландау для описания фазовых переходов второго рода и описания жидкокристаллического состояния, получили зависимость для структурной составляющей расклинивающего давления. Для достаточно широких симметричных прослоек, когда  $h > l$  получили экспоненциальную зависимость для сил структурного давления. Она имеет следующий вид:

$$P_S(h) = K \exp\left(-\frac{h}{l}\right), \quad (1)$$

где, параметр  $l$  имеет смысл длины корреляции, параметр  $K$  – характеризует состояние поверхности частиц.

На основании опытов с тонкими прослойками воды ( $h \approx 20$  ангстремов), образующегося между слоями лецитина Марчелия и Радич впервые оценили константы экспоненциального уравнения:  $K = 10^{11}$  дин/см<sup>2</sup> и  $l = 2$  А.

Установление закона спада структурных сил и величин констант, в уравнении (1), позволяет включать структурные силы в теорию ДЛФО. Обобщенная таким образом теория ДЛФО содержит три составляющих расклинивающего давления [1]:

$$\Pi(h) = \Pi_m(h) + \Pi_e(h) + \Pi_s(h). \quad (1)$$

Отметим, что расчеты молекулярной  $\Pi_m(h)$  и электростатической составляющих расклинивающего давления проводятся обычными методами. Они подробно изложены в монографии [1].

При расчете  $\Pi_s(h)$  предполагается, что тонкая прослойка находится в равновесии с объёмной жидкостью, давление которой равно  $p_0$ . Тогда по разности  $p(h) - p_0$  можно вычислить (за вычетом сил молекулярно притяжения  $\Pi_m < 0$ ) значение структурной составляющей расклинивающего давления

$$\Pi_s(h) = P(h) - P_0 - \Pi_m(h) \quad (2)$$

и построить теоретическую изотерму [2].

До сих пор экспериментально определить  $\Pi_s(h)$  пока не удалось. Наши исследования позволили экспериментально определить структурную составляющую расклинивающего давления. Это обусловлено спецификой исследуемых образцов, в которых контакты между высокодисперсными частицами образуются в менисках при плотной упаковке частиц, а поверхность контактов гидрофобизируется гумусовыми веществами в жидкой среде. Свойства органо-глинистой матрицы экспериментальная оценка прочности этой матрицы, число контактов в площади разрушения представлены в наших работах [5]. Установлено что в контактах, образующихся между частицами почв электростатическая составляющая расклинивающего давления  $\Pi_e(h)$  и молекулярная составляющая расклинивающего давления  $\Pi_m(h)$  оказались равны, поэтому

$$\Pi_s(h) = (P(h) - P_0) - [\Pi_e(h) + \Pi_m(h)], \quad (3)$$

То есть сила разрыва образца почв оказалась равна структурной составляющей расклинивающего давления, что позволило наиболее полно исследовать закономерность изменения  $\Pi_s(h)$ , толщина слоя воды в контактах увлажнённых образцов. Влажность изменялась от 4,90 до 40,00 процентов.

$$\Pi_s(h) = P(h) - P_0 = P_{\text{раз}}.$$

Результаты исследований позволили получить экспериментальную кривую (рис. 1).

Энергия связи молекул воды в области перекрытия межфазных слоёв с измененной структурой и энергия связи молекул воды в кластерах со ступенчатой упаковкой, формирующаяся в зоне контактов частиц почвы сопоставима (рис. 1, табл. 1, 2, 3). Энергия связи в кластерах воды, заключенной между гидрофобными поверхностями соответствовала энергии связи в молекулах, имеющих 3-х ступенчатую гексагональную упаковку, по мере уменьшения толщины тонких пленок воды в контактах закономерно увеличивается энергия связи частиц в контактах. Вода в тонких пленках имеет структуру, которую имеют кластеры, состоящие из ассоциированных молекул и имеющих гексагональную многоступенчатую упаковку. В табл. 1, 2 и 3 приведены параметры, характеризующие энергетику молекул воды в трех ступенчатой кластерной упаковке.

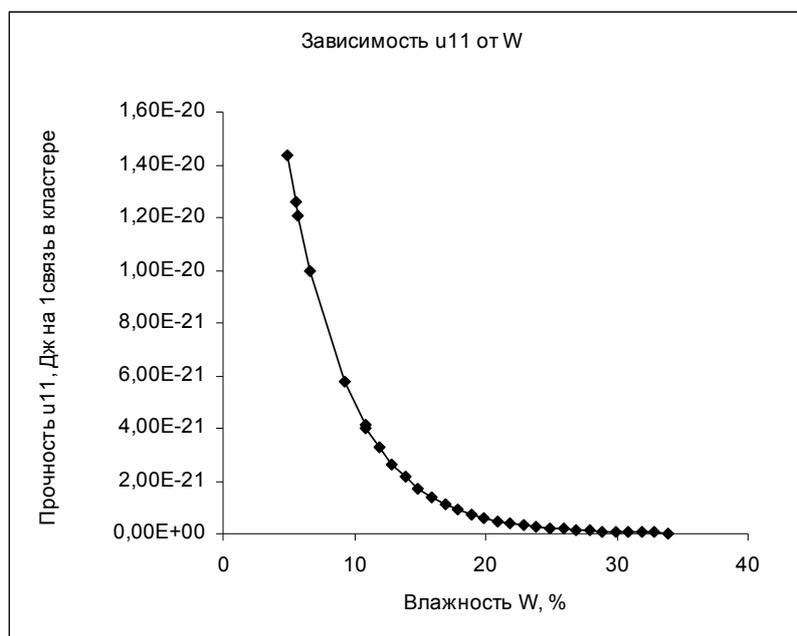


Рис. 1. Прочность связи  $u_{11}$  между частицами почв в водоустойчивом агрегате в зависимости от влажности агрегатов  $W$

Результаты проведенных исследований показали, что вода представляет собой смесь фракций кластеров, каждая из которых характеризуется определенной плотностью и энергией. Вода состоит из трех фракций кластеров. Сцепление частиц в кластерах, а, следовательно, и сцепление молекул воды между молекулами второй и третьей фракций различаются более чем в 100 раз. Эти данные хорошо согласуются с коллегативными свойствами воды.

Таблица 1

**Энергетическая характеристика ассоциатов молекул воды в упаковках**

Номер упаковки в кластере	Теплота испарения $q$ , Дж/моль	Число Авогадро $N$	Потенциальная энергия молекулы $H_2O$ $q/N$	Количество связей в упаковке $n=M/2$	Энергия 1 связи в упаковке $u_{11}$	Сцепление молекул $H_2O$ $p_{11}$
1-ступень	40500	6,02E+23	6,73E-20	6	1,12E-20	5,61E-11
2-ступень	40500	6,02E+23	6,73E-20	72	9,34E-22	4,67E-12
3-ступень	40500	6,02E+23	6,73E-20	864	7,79E-23	3,89E-13

Таблица 2

**Характеристика плотности молекул и сложения молекул в зависимости от размера молекул**

Размер молекулы $H_2O$ (D cm)	Объём 1 молекулы $H_2O(V)$ $cm^3$	Масса 1 молекулы ( $H_2O$ ), г	Плотность $\rho S$ молекулы $H_2O$ $г/см^3$	Плотность сложения молекул в $H_2O$ в паковках			
				$\rho b/\rho S)^1$	$(\rho b/\rho S)^2$	$(\rho b/\rho S)^3$	смесь (II+III)
2,76E-08	1,10E-23	2,99E-23	2,72E+00	2,01E+00	1,49E+00	1,10E+00	1,30E+00
2,90E-08	1,28E-23	2,99E-23	2,34E+00	1,73E+00	1,28E+00	9,48E-01	1,11E+00
3,00E-08	1,41E-23	2,99E-23	2,12E+00	1,57E+00	1,16E+00	8,59E-01	1,01E+00

Рассмотрим условие равновесия жидкости между искривленной поверхностью раздела, описываемое уравнением Томсона (Кельвина)

$$p(r) = p_0 \exp\left(\frac{2\sigma V_m}{rRT}\right), \quad (4)$$

где  $V_m$  – молярный объём жидкой фазы;  $r$  – радиус поверхности натяжения;  $p(r)$  – давление пара, находящегося в равновесии с каплей жидкости;  $p_0$  – давление пара над плоской поверхностью;  $\sigma$  – энергия поверхностного натяжения или приближено

$$p(r) \approx p_0 \left(1 + \frac{2\sigma V_m}{rRT}\right), \text{ то есть } \frac{p(r) - p_0}{p_0} \approx \frac{2\sigma V_m}{r RT}. \quad (5)$$

Экспериментально установлено, что при  $p(r) = p_0$ , можно оценить радиус кривизны при которой

$$\frac{p(r) - p_0}{p_0} = 0, \quad 2\sigma V_m = rRT, \quad r = \frac{2\sigma V_m}{RT}. \quad (6)$$

Исследования позволили установить, что в капиллярах, с вогнутой поверхностью

$$[p(r)] = K \left[ \bar{\rho}(x) - 0,85 \right]; \quad \text{где } K = \frac{4,66}{1,15 - 0,85} = \frac{4,66}{0,30},$$

$$p_0 = K(1 - 0,85) = 0,15K,$$

$$0,85 \leq \bar{\rho}(x) \leq 1,15$$

$$\frac{p(r)}{p_0} = \frac{K\bar{\rho}(x)}{0,15K} = \frac{K[\bar{\rho}(x) - 0,85] - K0,15}{0,15K} = \frac{[\bar{\rho}(x) - 1]}{0,15} = 6,67 \left[ \bar{\rho}(x) - 1 \right]. \quad (7)$$

Относительное давление паров воды (при взаимодействии с гидрофильной и гидрофобной поверхностями частиц) может изменяться от 0 до 4,66 кПа. Оно изменяется в процессах осмоса и в водных растворах солей, при этом происходит изменение содержания II и III фракций молекулярных кластеров воды (табл. 3).

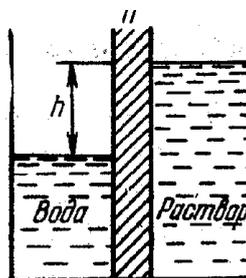
Таблица 3

**Изменение плотности сложения плотности молекул воды в кластерах (соответствуют степени гексагональной упаковки)**

Плотность воды	Степень сложения упаковки H <sub>2</sub> O	Плотность H <sub>2</sub> O	Содержание молекул H <sub>2</sub> O в 1 см <sup>3</sup>	Порозность упаковки (Π) см <sup>3</sup>	Плотность H <sub>2</sub> O в упаковках см <sup>3</sup>
		г/см <sup>3</sup>	(ρb/ρS) <sup>x</sup>	Π=1- ρb/ρS	ρb
ρS	x=1	2,12	0,74	0,26	1,57
ρS	x=2	2,12	0,55	0,45	1,16
ρS	x=3	2,12	0,40	0,59	0,86

Пусть в жидкости растворено какое-либо нелетучее вещество, то вещество, не переходящее в пар при испарении раствора (например, сахара в воде). Оказывается точка кипения раствора отличается от точки кипения чистого растворителя (при том же давлении). Эти изменения можно вычислить, если раствор является слабым.

Рис. 2. Равновесие между чистой водой и раствором, разделенном полупроницаемой перегородкой



Представим, что весь прибор заключен в замкнутое пространство, заполненное насыщенным паром воды. Поскольку давление газа в поле тяжести убывает с высотой, то упругость пара над раствором будет меньше. Разность давлений  $\Delta p$  равная, очевидно, весу столба пара высотой  $h$

$$\Delta p = \rho_{\text{п}} g h,$$

где  $\rho_{\text{п}}$  – плотность пара. С другой стороны, высота  $h$  определяется осмотическим давлением раствора: вес столба жидкости в трубке как раз уравнивает давление  $p_{\text{осм}}$ . С помощью формулы для осмотического давления получим соотношение

$$p_{\text{ж}} g h = p_{\text{осм}} = \frac{n k T}{V_{\text{ж}}}.$$

Причём мы будем понимать здесь под  $n$  число молекул растворенного вещества в 1 г жидкости, т.е.  $V_{\text{ж}} = 1 / \rho_{\text{ж}}$ . Находим  $g h = n k T$  получим соотношение

$$\Delta p = \rho_{\text{п}} g h = \rho_{\text{п}} n k T = p_{\text{осм}} = \frac{n k T}{V_{\text{п}}}.$$

Наконец, рассматривая пар как идеальный газ, имеем для его удельного объёма  $V_{\text{п}} = N k T / p$ , где  $N$  число молекул в 1 г пара,

$$\frac{\Delta p}{p} = \frac{n}{N}.$$

Это и есть формула: относительное понижение упругости пара равно молярной концентрации раствора – отношению числа молекул растворенного вещества к числу молекул растворителя. Это утверждение называется законом Рауля. Мы видим, что изменение упругости пара над раствором, не зависит ни от каких специфических свойств растворителя и растворенного вещества; существенно лишь число их молекул.

Рассмотрим, связь между повышением точки кипения  $\Delta T$ . Её легко найти, заметив, что малые величины  $\Delta p$  и  $\Delta T$  связаны друг с другом отношением

$$\Delta p = \frac{dp}{dT} \Delta T. \quad (5)$$

Воспользовавшись формулой Клайперона–Клаузиуса

$$\frac{dp}{dT} = \frac{qp}{RT^2}, \quad (6)$$

получим

$$\Delta T = \frac{RT^2}{qp} \Delta p. \quad (7)$$

Наконец, подставив вместо  $\frac{\Delta p}{p} = \frac{n}{N}$ , найдем окончательно выражение для  $\Delta T$

$$\Delta T = \frac{RT^2 n}{qN}, \quad (8)$$

где  $q$  – молярная теплота испарения воды.

Эти выводы были заимствованы из работы Л.Д. Ландау, А.И. Ахиезера, Е.М. Лифшица, которые получены очень корректно и понятно. В данной работе нам хотелось показать, что изменение упругости пара над раствором зависит от структуры и динамики молекулярных ассоциатов, образующихся в жидкой воде.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Marielja S., Ralii N. – Chem. Phys. Lett., 1976, vol. 42, N 1, p. 129–136.
2. Chan D.Y.C, Mitchell D. / Ninham B.W., Pailthorpe B.A. // J. Chem. Soc. Faraday Trans. Part II, 1978, vol. 74, N 6, p. 1098–1125.
3. Мленков Г.Г. Структура и динамика жидкой воды. Том 47 // Журнал структурной химии. 2006.
4. Дерягин Б.В. Чураев Н.В, Муллер В.М. Поверхностные силы. – Изд-во «Наука», 1987. – С. 308.

#### БИОГРАФИЯ

Я, Хан Константин Юрьевич, работаю в области физики почв и специализируюсь на изучении органоминеральных дисперсных структур, формирующихся в почвах. Работаю экспертом в Окском экологическом фонде в городе Пущино, я доктор биологических наук, область моих научных интересов – это изучение органоминеральных высокодисперсных структур, определяющих генезис, строение и функционирование

почвы, которые могут использоваться при создании органоминеральных пластических масс, способных разлагаться в природных условиях и повышать плодородие почв и искусственных грунтов.

Я, Сон Бронеслав Константинович, работаю в Институте фундаментальных проблем биологии РАН, в должности научного сотрудника. Область моих научных интересов – комплексное изучение почвенного агрегата.

Я, Хан Игорь Владимирович, учусь в магистратуре факультета Почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова. Я занимаюсь исследованием генезиса почвенных агрегатов, их строением и свойствами.

### **THE STUDY OF STRUCTURE AND DYNAMICS OF LIQUID WATER IN FORMATION OF ADHESION IN SOIL AGGREGATES**

**K.Y. Khan<sup>2</sup>, B.K. Son<sup>1</sup>, I.V. Khan<sup>3</sup>, Z. Tugai<sup>3</sup>**

*<sup>1</sup>Institute of Basic Biological Problems RAS, Pushchino  
bson2015@yandex.ru*

*<sup>2</sup>Oka Ecological Foundation, Pushchino,  
khan250351@gmail.com*

*<sup>3</sup>Faculty of Soil Science of Lomonosov Moscow State University, Moscow,  
zemfira53@yandex.ru*

It is established by researches that attractive forces evolve between soil particles with hydrophobic surface caused by molecules of humic compounds. For explanation of nature of hydrophobic attractive forces a concept of structure and dynamics of liquid water based on the fact that water molecules according to number of contacts forming in liquid water are able to form molecular associates characterized by different energy has been proposed. It is shown that III fraction of water molecules have a minimal energy, viscosity and flow because their energy transforms into bound energy between water molecules in full position. It's established that water consists of three fractions: I, II and III. They feature specific structure, density and viscosity. Water molecules forming the III fraction of water have a viscosity that is over 100 times greater than a viscosity of water in the II fraction. It's shown that molecular structure of clusters provides a relative water vapour pressure forming by interaction of water with salts and surfaces of soils totally depends on relation of II and III water fractions. In capillar meniscuses, tight capillaries with a size that doesn't exceed 1 mm relative water vapour pressure practically tend to zero owing to the fact that water is completely transformed into contacts formed between water molecules. It's established for the first time that colligative properties of water depend not just on the amount of soluted compounds in water but also on the degree of reformation of water structure caused by a surface forces and properties of particles dissolved in water. Structure change of a liquid water can be estimat-

ed by the alteration of summarized density of II and III water fractions. Density values of the II and III fractions are respectively equal :  $p_2=1,15 \text{ g/cm}^3$  and  $p_3=0,85 \text{ g/cm}^3$ .

#### **BIOGRAPHY**

My name is Khan Konstantin Yuryevich. I'm a Doctor of Biological Sciences, my place of employment is Oka Ecological Foundation. I'm working in the area of soil physics and specializing on the study of organo-mineral microatomized structures which determine genesis, structure and functioning of soil.

My name is Son Broneslav Konstantinovich, work at the Institute of Basic Biological Problems RAS, as a researcher. My research interests are complex study of soil aggregate.

My name is Khan Igor Vladimirovich, I have bachelor degree in Soil science and now I'm studying at the magistracy of faculty of Soil science in Lomonosov Moscow State University. I'm doing research in the area of genesis of soil aggregates, their structure and properties.

#### **УПРОЧНЕНИЕ ТОНКОСТЕННЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СТОЕК**

**А.Д. Хван, Д.В. Хван, В.И. Самсонова**

*Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж,  
trm@vorstu.ru*

В статье рассматривается задача повышения несущей способности тонкостенных цилиндрических стоек пластическим деформированием. Получены формулы для оценки повышенного значения условного предела текучести на сжатие стойки и определения для этого необходимого внутреннего давления.

В машиностроении многие элементы конструкций с целью повышения прочности подвергаются различным видам термической обработки (закалка, нормализация и др.). Однако существуют условия работы (эксплуатация в морской воде, щелочных и кислотных средах), требующие от металлов определенных свойств, например, коррозионной стойкости. Этим свойством в достаточной мере удовлетворяют, например, нержавеющей стали аустенитного класса (1X18H9T), которые из-за своих структурных свойств не поддаются упрочнению закалкой или нормализацией. В связи с этим для такого рода металлов (сплавов) возникает задача их упрочнения, решение которой может быть эффективно реализовано пластическим деформированием.

Большинство конструкционных металлов в исходном состоянии можно считать изотропными по их механическим свойствам. Однако при пластическом деформировании они приобретают деформационную анизотропию, т.е. механические характеристики прочности становятся зависимыми от направления деформирования. Например,

в направлении пластического деформирования металлы упрочняются, а в противоположном направлении – разупрочняются, что является следствием проявления эффекта Баушингера [1].

В связи с указанным следует отметить, что при реализации процесса упрочнения деталей пластическим деформированием возникает необходимость оценки условного предела текучести ( $\sigma_{0,2}$  – по нормальным напряжениям,  $\tau_{0,3}$  – по касательным напряжениям), являющегося одним из важнейших прочностных характеристик металлов и сплавов [2].

В настоящей работе рассматривается процесс упрочнения работающих на сжатие тонкостенных цилиндрических стоек пластическим деформированием. Эффект упрочнения этих стоек можно было бы осуществить сжатием их вдоль оси до необходимой степени деформации. Однако из-за потери устойчивости данный вид деформирования является неприемлемым для реализации упрочняющей технологии.

Предлагается упрочнять указанные стойки действием внутреннего давления. При этом для расчета повышенного условного предела текучести рассматривается решение задачи пластического формоизменения в условиях немоного нагружения на основе модели анизотропного упрочнения тела Г. Бакхауза [3]. Согласно этой модели уравнения состояния относительно компонентов девиаторов напряжений  $S_{ij}$  ( $i, j = 1; 2; 3$ ), записываются в виде

$$S_{ij} = \frac{2}{3} \sigma_0(e) \frac{d\varepsilon_{ij}}{de} - \frac{1}{3} \int_0^e [1 - \beta(e^*)] \sigma_0(e^*) \varphi(e - e^*) \frac{d^2 e_{ij}}{de^{*2}} de^* . \quad (1)$$

Здесь  $\sigma_0(e)$  – интенсивность напряжений, являющаяся функцией накопленной деформации  $e$ ;  $de = \sqrt{2d\varepsilon_{ij}} / 3$  – приращение накопленной деформации;  $\varepsilon$  – относительная деформация;  $e^*$  – переменная интегрирования;  $\beta(e)$  – параметр, характеризующий эффект Баушингера;  $\varphi(e - e^*)$  – наследственная функция (или функция “памяти” материала), отражающая свойства металла запоминать предыдущую историю нагружения.

В теории предполагается независимость функций  $\sigma_0(e)$ ,  $\beta(e)$ ,  $\varphi(e - e^*)$  от вида напряженного состояния и истории нагружения, и их можно рассматривать как используемые в модели характеристики материала. Для удобства счета эти функции в работе рассматриваются в виде следующих аппроксимаций:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_0(e) &= A(e_0 + e)^n; \\ \beta(e) &= \beta_0 + (1 - \beta_0) \exp(-70e); \\ \varphi &= \varphi_0 + (1 - \varphi_0) \exp[c_1(e - \varepsilon)^{c_2}], \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где  $A, e_0, n, \beta_0, \varphi_0, c_1, c_2$  параметры аппроксимации, определяемые статической обработкой опытных значений  $\sigma_0, \beta, \varphi$ .

Согласно теории тонкостенных цилиндрических оболочек окружные нормальные напряжения  $\sigma_\varphi$  в них в 2 раза превышают осевые напряжения –  $\sigma_z$ , и в связи с этим можно в первом приближении считать, что стойка под действием внутреннего давления  $q$  будет деформироваться пластически только в окружном направлении, т.е. в условиях плоской деформации при постоянной длине. Тогда на основании соотношений для определения интенсивностей напряжений ( $\sigma_0$ ) и логарифмических деформаций ( $e$ ), а также условия пластической несжимаемости материалов [4], получим следующие выражения:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_0(e) &= \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{qR}{t}; \\ e_i &= \frac{2}{\sqrt{3}} \ln \frac{R}{R_0}, \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где  $R, R_0$  – текущий и начальный средний радиус стойки соответственно;  $t$  – текущая толщина стенки стойки.

Следует отметить, что в условиях монотонного нагружения интенсивность логарифмических деформаций и накопленная деформация имеют один и тот же смысл [4], и поэтому в настоящей работе не делается различий между ними, т.е.  $e_i = e$ .

Из соотношений (3) с учетом получаемого из условия несжимаемости материала равенства  $\ln(R/R_0) = -\ln(t/t_0)$  следует выражение для расчета давления в стойке

$$q = \frac{2t_0 \exp(-\sqrt{3}e)}{\sqrt{3}R} \sigma_0(e). \quad (4)$$

Действие рабочей осевой нагрузки на стойку после ее пластической раздачи внутренним давлением следует рассматривать совместно с последней как процесс немоного нагружения. В связи с этим полученное в [5] на основе модели (1) решение задачи оценки напряжений при деформировании цилиндрической заготовки в двух взаимно ортогональных направлениях в цикле нагружения «растяжение в осевом направлении – сжатие в поперечном направлении» можно использовать для определения условного предела текучести при сжатии  $\sigma_{0,2c}$  (с допуском на пластическую деформацию 0,2%) стойки (соответствует сжатию заготовки в поперечном направлении). Данную механическую характеристику в соответствии с отмеченным рассчитываем по формуле

$$\sigma_{0,2c} = \frac{1 - \beta(e) + \sqrt{1 + 14\beta(e) + \beta^2(e)}}{4} \sigma_0(e). \quad (5)$$

В качестве примера рассматривается расчет стойки с толщиной стенки  $t_0 = 5$  мм, средним радиусом  $R_0 = 100$  мм из термически неупрочняемой нержавеющей стали 1X18H9T с характеристиками  $A = 1450$  МПа,  $e_0 = 0,003$ ,  $n = 0,3$ ,  $\beta_0 = 0,38$ ,  $\sigma_T = 385$  Мпа.

Подставив числовые данные в соотношения (2) – (5) рассчитывают соответствующие друг другу давление  $q$  и повышенный предел текучести на сжатие  $\sigma_{0,2c}$ .

Таким образом, предлагаемый способ упрочнения тонкостенных цилиндрических стоек может быть эффективно использован в промышленности, где в различного рода технологическом оборудовании устанавливаются указанные стойки в качестве поддерживающих элементов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Талыпов Т.Б. Анализ экспериментальных данных по эффекту Баушингера и их теоретическое истолкование // Инженерный журнал. Механика твердого тела. – 1996. – № 2. – С. 108–113.
2. ГОСТ 1497-84. Металлы. Методы испытаний на растяжение. – Введ. с 01.02.86 г. – М.: Машиностроение, 1984.
3. Бакхауз Г. Анизотропия упрочнения. Теория в сопоставлении с экспериментом / Известия АН СССР. Механика твердого тела. – 1976. – № 6. – С. 120–129.
4. Дель Г.Д. Технологическая механика. – М.: Машиностроение, 1976. – 180 с.
5. Хван Д.В. Повышение эффективности в обработке металлов давлением. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1995. – 224 с.

#### БИОГРАФИЯ

Я, Хван Дмитрий Владимирович, работаю в области механики и специализируюсь на обработке материалов давлением. Работаю профессором на кафедре прикладной математики и механики в воронежском государственном техническом университете города Воронежа. Доктор технических наук с 1994 года. Область моих научных интересов включает механику пластического деформирования.

#### STRENGTHENING THIN-WALLED CYLINDRICAL RACKS PLASTIC DEFORMATION

**A.D. Khvan, D.V. Khvan, V.I. Samsonova**

*Voronezh State Technical University, Voronezh,  
tpm@vorstu.ru*

The problem of increasing the load-bearing capacity of thin-walled cylindrical racks by plastic deformation is considered in the article. Formulas are obtained for estimating the

increased value of the conditional yield stress on the compression of the column and determining for this necessary internal pressure.

#### REFERENCES

1. Talypov T.B. Analysis of experimental data on the Bauschinger effect and their theoretical interpretation // Engineering Journal. Mechanics of a solid body. – 1996. – № 2. – P. 108–113.
2. GOST 1497-84. Metals. Methods of tensile testing. – Enter. since 01.02.86. – M.: Mechanical Engineering, 1984.
3. Buckhouse G. Strengthening anisotropy. Theory in comparison with experiment / Izvestiya of the USSR Academy of Sciences. Mechanics of a solid body. – 1976. – № 6. – P. 120–129.
4. Del G.D. Technological Mechanics. – M.: Mechanical Engineering, 1976. – 180 p.
5. Khvan D.V. Increase of efficiency in metal working with pressure. – Voronezh: Publishing house Voronezh. state. University, 1995. – 224 p.

#### BIOGRAPHY

I, Khvan Dmitry Vladimirovich, I work in the field of mechanics and specialize in the processing of materials by pressure. I work as a professor at the Department of Applied Mathematics and Mechanics at the Voronezh State Technical University of Voronezh. Doctor of Technical Sciences since 1994. The field of my scientific interests includes the mechanics of plastic deformation.

### ПОСТРОЕНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ РЕГРЕССИОННЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЛАНЦЕВЫХ ГОРНЫХ ПОРОД ОТ УРОВНЯ БОКОВОГО ОБЖАТИЯ И УГЛА НАСЛОЕНИЯ

**П.А. Цой, О.М. Усольцева**

*ФГБУН Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, Новосибирск,  
paveltsoy@mail.ru*

На основе экспериментальных данных для сланцевых горных пород (в условиях трехосного сжатия по схеме Кармана) построены множественные регрессионные соотношения, которые позволяют оценить такие механические характеристики, как предел прочности на сжатие и модуль упругости по уровню бокового обжатия и угла наслоения.

Проделанная работа базируется на лабораторных данных, полученных зарубежными исследователями в области экспериментальной геомеханики [1]. В их статье приводятся результаты, которые отражают зависимость предела прочности, модуля упругости от угла наслоения и величины бокового обжатия на образцах четырех видов сланцев. Для полного описания механического поведения таких пород результаты

этого исследования были дополнены множественными нелинейными уравнениями регрессии, связывающими предел прочности на сжатие  $\sigma_c$  и модуль упругости  $E$  с величиной угла наслоения  $\beta$  и уровнем бокового обжатия  $\sigma_3$ . Ранее авторы данной публикации занимались подобными исследованиями деформационных и прочностных свойств слоистых геоматериалов искусственного и природного происхождения [2].

Были задействованы экспериментальные результаты по механическим характеристикам образцов пород со слоистой структурой (сланцы биотитовые, хлоритовые, кварцево-сланцевые, кварцитовые) в условиях объемного сжатия [1]. Графические данные на примере биотитового сланца (рис. 1, 2) были оцифрованы и переведены в табличные.

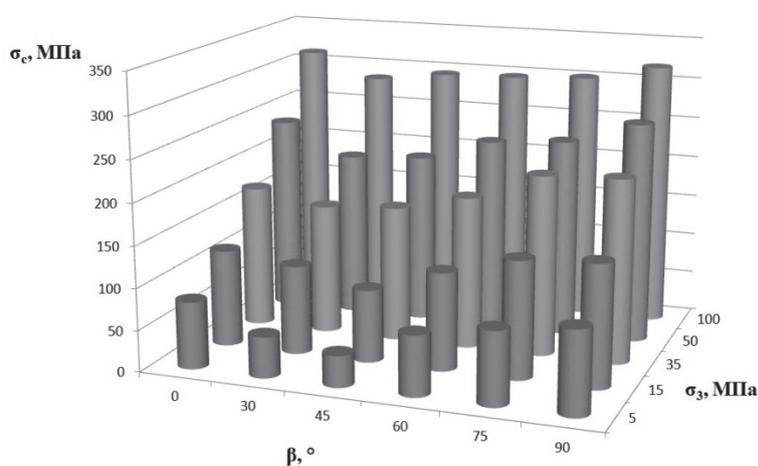


Рис. 1. Гистограмма для биотитового сланца, зависимость  $\sigma_c$  от ( $\beta$ ,  $\sigma_3$ )

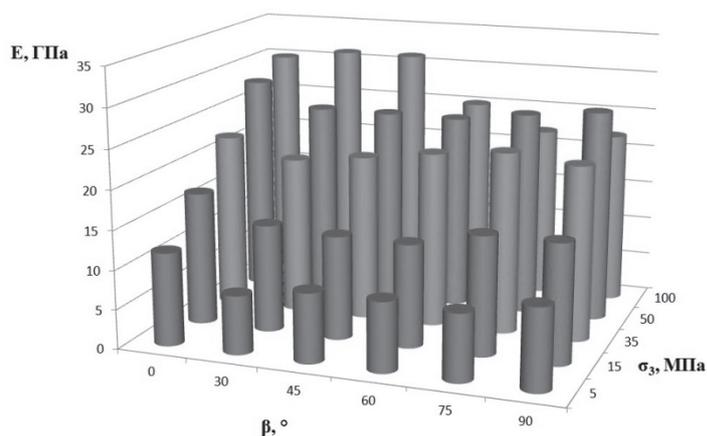


Рис. 2. Гистограмма для биотитового сланца, зависимость  $E$  от ( $\beta$ ,  $\sigma_3$ )

Более подробно с таблицами и гистограммами (для биотитового сланца и других пород) в цвете можно ознакомиться, перейдя по ссылке <https://cloud.mail.ru/public/4tWB/Kf34RYhV4>.

Опираясь на таблицы, для описания поведения величин  $\sigma_c$  и  $E$  в зависимости от угла наслоения  $\beta$  и бокового обжатия  $\sigma_3$  были построены соотношения множественной нелинейной регрессии вида:

$$\sigma_c = a_0 + a_1 \cdot \sigma_3 + a_2 \cdot \beta + a_{11} \cdot \sigma_3^2 + a_{22} \cdot \beta^2 + a_{12} \cdot \sigma_3 \cdot \beta,$$

$$E = b_0 + b_1 \cdot \sigma_3 + b_2 \cdot \beta + b_{11} \cdot \sigma_3^2 + b_{22} \cdot \beta^2 + b_{12} \cdot \sigma_3 \cdot \beta,$$

где  $a_0, a_1, a_2, a_{11}, a_{22}, a_{12}, b_0, b_1, b_2, b_{11}, b_{22}, b_{12}$  – коэффициенты регрессии, подлежащие определению. Для вычисления последних была использована встроенная в приложение MS Excel функция ЛИНЕЙН. Результаты занесены в таблицы 1 и 2.

Таблица 1

**Коэффициенты регрессии для оценки  $\sigma_c$ .**

Г.п.	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_{11}$	$a_{22}$	$a_{12}$
Б.с.	44.36	4.83	-1.03	-0.02	0.017	-0.003
Х.с.	111.2	6.02	-4.01	-0.025	0.051	-0.005
К.-с. с.	97.75	4.79	-2.45	-0.017	0.03	$-4 \cdot 10^{-4}$
К.с.	227.7	4.17	-4.31	-0.014	0.058	-0.007

Таблица 2

**Коэффициенты регрессии для оценки  $E$ .**

Г.п.	$b_0$	$b_1$	$b_2$	$b_{11}$	$b_{22}$	$b_{12}$
Б.с.	6.54	0.621	-0.039	$-4 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-4}$	-0.001
Х.с.	16.46	0.275	-0.453	$-9 \cdot 10^{-4}$	0.005	$-5 \cdot 10^{-4}$
К.-с. с.	8.8	0.53	-0.284	-0.003	0.002	$3 \cdot 10^{-4}$
К.с.	26.53	0.205	-0.44	$-9 \cdot 10^{-4}$	0.004	$8 \cdot 10^{-4}$

Сокращения в таблицах: Г.п. – горная порода, Б.с. – биотитовый сланец, Х.с. – хлоритовый сланец, К.-с. с. – кварцево-сланцевый сланец, К.с. – кварцитовый сланец.

Среднее значение коэффициента детерминации по таблице 1 оказалось равным 0.98, по таблице 2 – 0.86, что позволяет говорить о высокой тесноте связи величины  $\sigma_c$  и, соответственно,  $E$  со значениями угла наслоения  $\beta$  и бокового обжатия  $\sigma_3$ . Среднее

значение F-статистики Фишера оказалось довольно высоким для  $\sigma_c$  и равным 329.9 и хорошим ( $F = 51.8$ ) для E. По всей совокупности механических характеристик рассмотренных пород значение F – статистики превысило среднее значение статистики Фишера при уровне значимости 0.05  $F_{0.05\%} = 2.05$ . Последнее свидетельствует об убедительной значимости построенных моделей регрессии.

Данное исследование опиралось на экспериментальные результаты, полученные зарубежными учеными [1]. В качестве дополнения к их исследованиям была поставлена задача на построение количественной связи между значениями предела прочности на сжатие и модуля деформации испытанных образцов от величины бокового обжатия и угла наслоения. Данные для дальнейшего анализа были преобразованы в специальный табличный вид.

И на этой основе получены соотношения множественной нелинейной регрессии, позволяющие оценивать предел прочности на сжатие и модуль упругости сланцевых пород по известному боковому обжатию и углу наслоения. Полученные средние значения коэффициентов детерминации подтвердили хорошую тесноту связи между оцениваемыми величинами и задействованными факторами. Средние значения статистики Фишера оказались высокими в сравнении со средними величинами  $F_{0.05\%}$  и тем самым показали солидную значимость каждой из моделей. Работа выполнена в ЦКП геомеханических, геофизических и геодинамических измерений СО РАН в рамках проекта ФНИ № гос. рег. АААА-А17-117121140065-7.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Nasserі M.H.B., Rao K.S., Ramamurthy T. Anisotropic strength and deformational behavior of Himalayan schists // International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences. – 2003. – Vol. 40(1). – P. 3–23.
2. Usol'tseva O., Tsoi P., Semenov V. The influence of anisotropy angle on the strength and deformation properties of artificial geomaterials and rocks // Procedia Engineering. – 2017. – Vol. 191. – P. 512–519.

#### БИОГРАФИЯ

Я, Цой Павел Александрович, работаю в области горного дела и специализируюсь на экспериментальной механике горных пород. Работаю старшим научным сотрудником ИГД СО РАН г. Новосибирск. Кандидат физико-математических наук с 2010 года. Область моих научных интересов включает лабораторное исследование механического поведения горных пород и эквивалентных геоматериалов в условиях различных нагрузочных воздействий (сжатие, растяжение, сдвиг и др.).

**CONSTRUCTION OF NON-LINEAR REGRESSION DEPENDENCIES  
OF MECHANICAL CHARACTERISTICS OF SHIST ROCKS  
ON THE LATERAL PRESSURE AND ANISOTROPIC ANGLE**

**P.A. Tsoi, O.M. Usol'tseva**

*Chinakal Institute of Mining of the SB RAS, Novosibirsk, Russia,  
paveltsoy@mail.ru*

On the basis of experimental data for schist rocks (under conditions of triaxial compression according to the Karman scheme), multiple regression relationships are constructed that allow estimating mechanical characteristics such as compressive strength and modulus of elasticity by the level of lateral pressure and anisotropic angle.

The present research is based on laboratory data obtained by foreign researchers in the field of experimental geomechanics [1]. Their paper contains results that reflect the dependence of the compressive strength, modulus of elasticity on the anisotropic angle, and the value of lateral pressure on the schist specimens of four species (biotite, chlorite, quartz-mica, quartzite shists). To fully describe the mechanical behavior of such rocks, the results of their study were supplemented by multiple nonlinear regression equations linking the compressive strength  $\sigma_c$  and the elastic modulus  $E$  with the anisotropic angle  $\beta$  and the lateral pressure  $\sigma_3$ . Previously, the authors of present work were engaged in similar studies of the deformation and strength properties of structurally layered geomaterials of artificial and natural origin [2].

The relationships of multiple nonlinear regression were obtained as following:

$$\sigma_c = a_0 + a_1 \cdot \sigma_3 + a_2 \cdot \beta + a_{11} \cdot \sigma_3^2 + a_{22} \cdot \beta^2 + a_{12} \cdot \sigma_3 \cdot \beta,$$

$$E = b_0 + b_1 \cdot \sigma_3 + b_2 \cdot \beta + b_{11} \cdot \sigma_3^2 + b_{22} \cdot \beta^2 + b_{12} \cdot \sigma_3 \cdot \beta,$$

where  $a_0, a_1, a_2, a_{11}, a_{22}, a_{12}, b_0, b_1, b_2, b_{11}, b_{22}, b_{12}$  are the regression coefficients to be determined. During the calculations LINEST function built into the MS Excel application was used.

The resulting average values of the coefficients of determination confirmed the good closeness of the linking between the estimated values and the factors involved. The average values of Fisher's statistics turned out to be high in comparison with the average values of  $F_{0.05\%}$  and thus showed the solid significance of each model.

We appreciate the contribution of the Shared Use Center of Geomechanical, Geophysical and Geodynamic Measurements, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences to the present research work (State registration No AAAA-A17-117121140065-7).

#### REFERENCES

1. Nasser M.H.B., Rao K.S., Ramamurthy T. Anisotropic strength and deformational behavior of Himalayan schists // International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences. – 2003. – Vol. 40(1). – P. 3–23.

2. Usol'tseva O., Tsoi P., Semenov V. The influence of anisotropy angle on the strength and deformation properties of artificial geomaterials and rocks // Procedia Engineering. – 2017. – Vol. 191. – P. 512–519.

### **BIOGRAPHY**

I work in the field of mining focusing on the experimental rock mechanics. I'm with Chinakal Institute of Mining of the SB RAS since 2003. My position is senior researcher of the Shared Use Center of Geomechanical, Geophysical and Geodynamic Measurements of the SB RAS. I received my candidate degree of phys.-math. sciences in Lavrentyev Institute of Hydrodynamics of the SB RAS, Novosibirsk, Russia in 2010. My research interests include a laboratory study of the mechanical behavior of rocks and rock-like materials under conditions of various loadings (compression, tension, splitting, direct shear, etc.).

### **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАЦИИ В РОССИИ**

**Г.Ч. Чо, О.В. Ноговицына**

**ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», Москва,  
chog@mpei.ru**

Проведен обзор структуры выработки электроэнергии в России с делением по видам, установленным мощностям электростанций и их географическому расположению. Проведен анализ возрастного состава установленного оборудования. Представлена динамика ввода и вывода генерирующей мощности из эксплуатации за последние 5 лет и механизмы, стимулирующие обновление электрогенерации в России.

Установленная мощность генерирующего оборудования электростанций Российской Федерации по состоянию на 1 января 2018 года составила 239 812,2 МВт [1]. По этому показателю Россия занимает шестое место в мире, отставая от Китая (1 646 000 МВт), США (1 074 000 МВт), Евросоюза (975 000 МВт), Японии (322 200 МВт) и Индии (308 800 МВт). Данные по иностранным государствам приведены по состоянию на 2015 год. Для справки, установленная генерирующая мощность КНДР 10 000 МВт, Республики Корея – 103 000 МВт. В структуре выработки отечественной электроэнергии преобладают тепловые электростанции (ТЭС), 67,88%, гидроэлектростанции (ГЭС), 20,2%, атомные электростанции (АЭС), 11,64% (рис. 1). Возобновляемая энергетика, в целом, составляет менее 1% установленной мощности, включая фотоэлектрические солнечные электростанции, 0,22%, и ветроэлектростанции – 0,06%. Незначительный вклад в суммарную установленную мощность вносят электростанции на биотопливе, приливные и геотермальные. Тепловые электростанции, основа отечественной энергетики, характерны выраженным смещением баланса в сторону использования природного газа – 82% ТЭС. Лишь 18% ТЭС работают

на угле. В таких странах как США, Германия, Австралия, Индия и Китай, по данным World Energy Council, уголь занимает не менее 50%. Причины здесь лежат в экономической плоскости. Так, согласно исследованиям Cambridge Energy Research Associates в США производство электроэнергии на угле в два раза дешевле, чем на газу. Среднее же соотношение цены газ/уголь составляет 1,25/1.

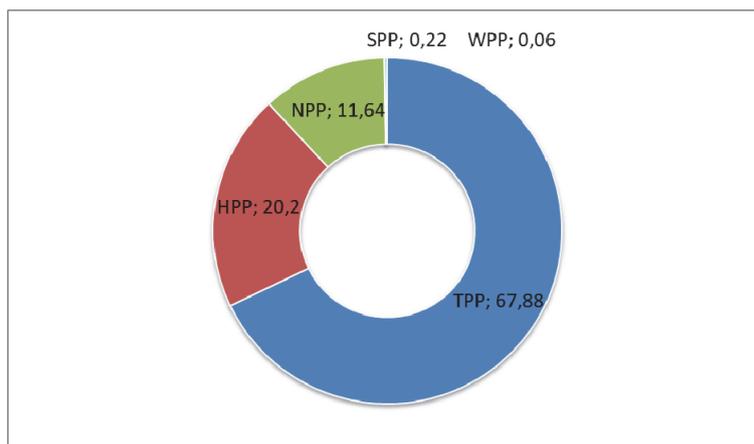


Рис. 1. Структура установленной мощности электростанций единой энергетической системы России

География размещения электростанций определяется близостью к источнику энергии и местам концентрации электрической или тепловой нагрузки. Тепловые электростанции, включая крупные конденсационные и теплоэлектроцентрали, размещаются в городах, вблизи потребителей. Крупнейшими ТЭС являются Сургутская ГРЭС-2, 5597 МВт, Рефтинская ГРЭС, 3800 МВт и Костромская ГРЭС, 3600 МВт. Гидроэлектростанции привязаны к крупным рекам – Енисей, Ангара, Волга и т.д. Наибольшая установленная мощность сосредоточена на Средней Волге (Волжский каскад), Юге, Сибири и Востоке. Наиболее крупными гидроэлектростанциями страны являются Саяно-Шушенская ГЭС, 6400 МВт, Красноярская ГЭС, 6000 МВт, расположенные на реке Енисей, Братская ГЭС, 4500 МВт, расположенная на реке Ангара. Атомные электростанции расположены преимущественно в центральном регионе России. Определяющим здесь является плотность нагрузки, т.к. АЭС работают, в основном, в базовой части графика электрической нагрузки электроэнергетической системы. Балаковская АЭС, Ленинградская АЭС, Курская АЭС и Калининская АЭС, все по 4000 МВт, наиболее крупные отечественные электростанции. Возобновляемая энергетика расположена в Южной части России (ВЭС и СЭС), а также в зонах Крайнего Севера. Наиболее крупными действующими СЭС являются «Перово» в Крыму, 105,56 МВт, Орская, 40 МВт, Соль-Илецкая, 25 МВт. Наиболее крупными действующими ВЭС являются Ульяновская, 35 МВт, Останкинская (Крым), 25 МВт, и Тарханкутская (Крым), 22,45 МВт.

О техническом состоянии объектов генерации можно судить по возрастному составу эксплуатируемого оборудования (рис. 2). Оборудование со сроком эксплуатации более 40 лет превышает 60%, среди которого 37,5% находится в эксплуатации более 50 лет. Около 26% генерирующих мощностей являются относительно новыми и были введены после 1991 года [2].

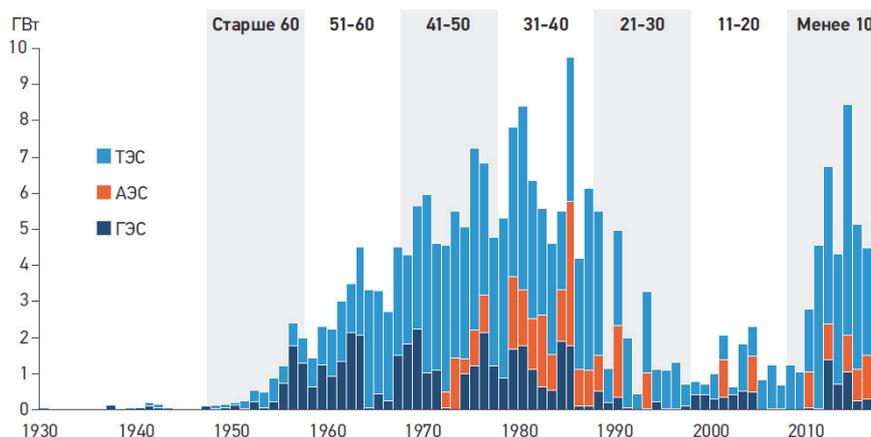


Рис. 2. Ввод генерирующих мощностей по годам, ГВт [3]

Высокая степень выработки ресурса объектов электрогенерации, в первую очередь ТЭС, приводит к низкой эффективности установок, снижению КПД, росту издержек и себестоимости электроэнергии. На фоне выработки электроэнергии АЭС и ГЭС коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) ТЭС за период с 2012 по 2016 годы снизился с 0,49 до 0,44 (рис. 3). Ситуацию усугубляет то, что тариф на электроэнергию формируется по установленной генерирующей мощности, которая зачастую простаивает в восстановительных ремонтах ввиду неудовлетворительного состояния. Так, по данным [1] недоступная мощность (ограничения, запорная мощность, плановые и аварийные ремонты) в часы прохождения максимума электрических нагрузок составила 23% от установленной мощности в 2016 году и 21,3% от установленной мощности в 2017 году [1].

Дефицит генерирующих мощностей, обусловленный старением установленного оборудования на фоне роста нагрузки, потребовал внедрения механизмов стимулирования инвестиций в электроэнергетику. В ответ на проблему дефицита мощностей была разработана система договоров на поставку мощности, ДПМ. В системе ДПМ государство гарантировало инвесторам достаточно быстрый и доходный возврат вложений, одновременно вводя систему штрафов за непоставку мощности в срок. ДПМ стимулировали серьезную инвестиционную активность в отрасли. Темпы ввода мощностей ориентировались на рост потребления на уровне 4,3% в год. На практике темпы роста потребления были ниже и часть введенных генерирующих мощностей стали

невыгодными. Так, примерно 5,5 ГВт ТЭС, из 20 ГВт введенных по ДПМ, работает с КИУМ менее 0,25, т.е. около 9 месяцев в году простаивает. Слишком много генерации невыгодно иметь ни потребителям, ни генерирующим компаниям. Потребители вынуждены оплачивать избытки. Генерирующие компании же страдают по двум фронтам: во-первых, из-за профицита мощности снижается цена на конкурентном отборе. Во-вторых, большое количество дешёвого предложения ДПМ-блоков влияет на цену на рынке на сутки вперед.

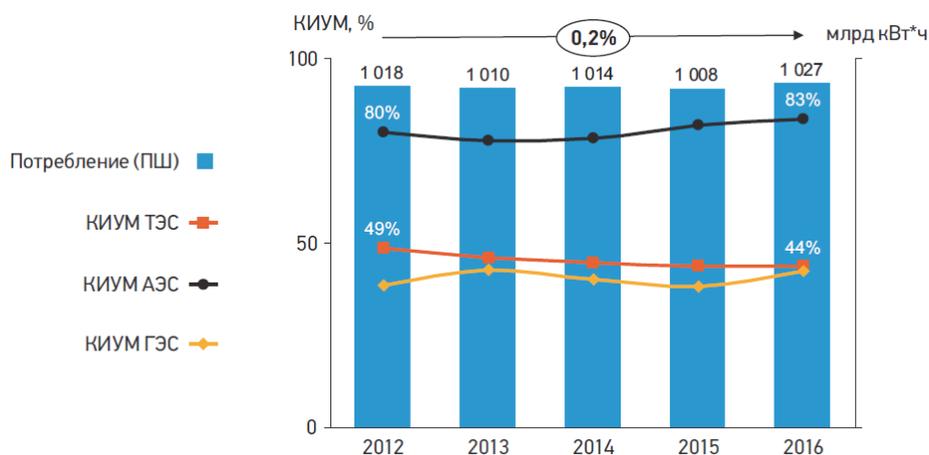


Рис. 3. Изменение коэффициентов использования установленных мощностей [3]

На рис. 4 приведен график ввода и вывода генерирующих мощностей в России. Основным стимулом ввода новых мощностей является программа ДПМ. В период с 2012 по 2017 года по ДПМ было введено 20 ГВт мощности ТЭС. Еще 4,5 ГВт приходится на новые АЭС и ГЭС, которые по ДПМ тоже получают повышенный платеж за мощность. Вне программы ДПМ ввод мощностей производится потребителями электроэнергии для собственных нужд. По такому механизму, в период с 2012 по 2014 года, было введено 2,8 ГВт. Темпы вывода старых и неэффективных станций, за тот же период времени, примерно в три раза ниже, чем ввод новых мощностей. Низкие темпы вывода обусловлены возможностью получения специальных платежей за мощность, при получении статуса вынужденной генерации, а также сложной и длительной процедурой согласования вывода оборудования из эксплуатации. Вынужденной признается генерация, которая не прошла конкурентный отбор, но которая не может быть остановлена по условиям надежного электро- и теплоснабжения потребителей. Статус вынужденной генерации на период с 2016 по 2019 годы была присвоен, по электрике, 8 ГВт установленной мощности, по теплу, – 6,7 ГВт.

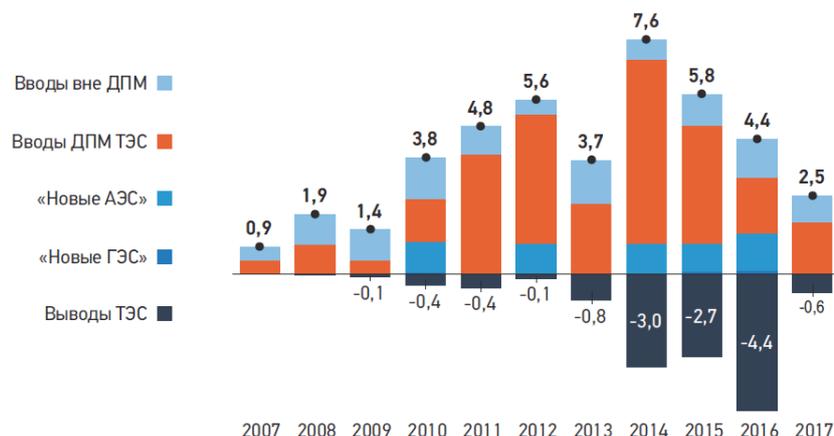


Рис. 4. Вводы и выводы электрических мощностей ЭЭС России, ГВт

Отечественная энергетика обладает высокой степенью диверсифицированности по отношению к используемым источникам энергии для производства электроэнергии и тепла. Интенсивный ввод генерирующих мощностей, приходящийся на 70-е – 80-е годы прошлого века, период активной индустриализации Советского государства, привел к тому, что более половины объектов генерации, на сегодня, находятся за пределами установленных сроков эксплуатации. В России успешно функционирует система ДПМ – механизм стимулирования собственников вводить в эксплуатацию новые генерирующие мощности. Однако, вывод устаревших мощностей из работы проходит недостаточно интенсивно. Это приводит к тому, что часть «новой» генерации, введённой в рамках ДПМ, простаивает большую часть календарного года.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Системный оператор Единой энергетической системы, «Отчет о функционировании ЭЭС России в 2017 году», АО "СО ЭЭС", Москва, 2017.
2. Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2035 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 9 июня 2017 г. № 1209-р.
3. Vygon Consulting. Модернизация ТЭС: маневр уклонения от рынка? [Электронный ресурс]. – URL: [http://vygon.consulting/upload/iblock/7f1/vygon\\_consulting\\_power\\_plants\\_modernization.pdf](http://vygon.consulting/upload/iblock/7f1/vygon_consulting_power_plants_modernization.pdf) (дата обращения: 24.07.2018).

#### БИОГРАФИЯ

Я, Чо Гван Чун, работаю в области электроэнергетики и специализируюсь на исследованиях переходных процессов в электроустановках собственных нужд электростанций и подстанций, диагностики электротехнического оборудования, электрической части фотоэлектрических станций. Работаю в должности доцента кафедры «Электрические станции» НИУ «МЭИ», Москва. Кандидат технических наук с

2003 года. Область моих научных интересов включает методические вопросы проектирования и выбора электротехнического оборудования электростанций и подстанций, гармонизация отечественных методик расчета токов короткого замыкания с международными методиками, разработка диагностических критериев для оценки состояния электротехнического оборудования.

Я, Ноговицына Ольга Васильевна, студент бакалавриата НИУ «МЭИ» кафедры «Электрические станции». Учусь в институте с 2011 года. Тема моей дипломной работы связана с анализом состояния российской биоэнергетики и созданием рекомендации по проектированию электрической части станций на биомассе.

## CURRENT STATUS OF ELECTRICAL GENERATION IN RUSSIA

G.C. Cho, O.V. Nogovitsyna

*National Research University 'Moscow Power Engineering Institute', Moscow,  
chog@mpei.ru*

The review of the structure of electrical energy generation in Russia is conducted. The review considers the kinds of power plants, installed capacities and geographical placement. The age composition analysis of installed equipment is realized. The dynamics of commissioning and decommissioning of generating capacity for the last 5 years and mechanisms that stimulate renewal of power generation in Russia is presented.

The installed capacity of the generating equipment of the power plants of the Russian Federation as of January 1, 2018 was 239,812.2 MW, [1]. In this indicator, Russia ranks sixth in the world, behind China (1,646,000 MW), the United States (1,074,000 MW), the European Union (975,000 MW), Japan (322,200 MW) and India (308,800 MW). Data on foreign countries are given as of 2015. For reference, the installed capacity of the DPRK is 10,000 MW, the Republic of Korea is 103,000 MW. In the structure of domestic power energy generation prevail thermal power plants (hereinafter – TPP) – 67,88%, hydroelectric power plants (hereinafter – HPP) – 20,2% and nuclear power plants (hereinafter – NPP) – 11,64%. Renewable power generation, in general, amounts less than 1% of installed capacity, including photovoltaic solar power plants – 0,22% and wind farms – 0,06%.

The technical position of the generating equipment can be judged by the age structure of the equipment in operation. Equipment with a service life of more than 40 years exceeds 60%, of which 37.5% is in operation for more than 50 years. About 26% of generating capacity is relatively new and was introduced after 1991 [2].

The main incentive for commissioning new capacities is the Capacity Delivery Agreement (hereinafter – CDA) program. In the period from 2012 to 2017, according to the CDA, 20 GW of power were put into operation. Another 4.5 GW refers to on new nuclear power plants and HPPs, which, according to the CDA, also receive an increased payment for ca-

capacity. Outside of the CDA program, capacity commissionings are made by consumers for their own needs. According to this mechanism, in the period from 2012 to 2014, 2.8 GW was introduced.

The progress of decommissioning of old and inefficient plants, over the same period of time, is about three times lower than commissioning of new capacities. Low rates of withdrawal are due to the possibility of receiving special payment for capacity, in case of obtaining status of forced generation, as well as a complex and long-term procedure of decommissioning approval.

Domestic power industry has a high degree of devirification in relation to the energy sources used to producing electricity and heat. The intensive commissioning of generating capacities, which occurred in the 1970s and 1980s, the period of active industrialization of the Soviet state, led to the fact that more than half of generating facilities is out of their service life as of today. In Russia, the CDA system – a mechanism of encouraging owners to put into operation new generating capacities – is functioning successfully. However, decommissioning of outmoded capacities is not going to be intensive enough. This leads to the fact that part of the “new” generation, introduced within the framework of the CDA, is idle for most of the calendar year.

#### **BIOGRAPHY**

I, Cho Gvan Chun, work in the field of Electrical Power Engineering focusing on the transients in auxiliary power systems of power plants, diagnostics of electrical equipment, PV solar power plants. I'm with National Research University “Moscow Power Engineering Institute” since 2007. My position is associate professor of department of Power Plants. I received my Ph.D degree in National Research University “Moscow Power Engineering Institute”, Moscow in 2003. My research interests include Methodological issues of the design and equipment sizing of power plants and substation, harmonization of Russian methods for short-circuit calculations with international methods, Criteria development for electrical equipment testing.

I, Nogovitsyna Olga, study at Moscow Power Engineering Institute, on speciality “Power Plants”. I'm with National Research University “Moscow Power Engineering Institute” since 2011. My thesis is connected with the analysis of the state of Russian bioenergy, creating recommendations for the designing of the electrical part of plants on biomass.

## АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Абдукаримов Б.А. ....	32, 37, 109, 153	Ким И.В. ....	71	Пак Т.В. ....	117
Азимханова А.Е. ....	21	Ким К.Б. ....	75	Петров А.Ю. ....	142
Ан Р.Н. ....	27	Ким Л.Б. ....	80	Пралиев К.Д. ....	178
Андреев С.А. ....	193	Ким М.С. ....	52	Путятина А.Н. ....	80
Андреев Я.А. ....	103	Ким Моисей ....	85	Ри Хосен ....	303
Аниканов Н.А. ....	103	Ким Н.Е. ....	91	Ри Э.Х. ....	270
Апаликов В.О. ....	131	Ким Н.О. ....	91	Русских Г.С. ....	80
Апаликова И.Ю. ....	131	Ким П.А. ....	216	Сазонов И.С. ....	260
Асауленко Е.В. ....	199	Ким Р.Е. ....	220	Самсонова В.И. ....	336
Бабенко В.В. ....	103	Ким Ю.А. ....	287	Санамян К.Е. ....	103
Байпакабаева С.Т. ....	112, 126	Ковальчук С.И. ....	103	Санамян Н.П. ....	103
Бакиров А.С. ....	225	Козадерова О.А. ....	75	Серебрянская А.П. ....	184
Бильяк С.Ю. ....	260	Козлов С.А. ....	103	Сон Б.К. ....	328
Бочкарева Е.В. ....	71	Корнилов Д.А. ....	103	Стеценко В.Ю. ....	276
Буранкулова Н.М. ....	32	Коротецкий И.С. ....	44	Сулейменов И.Э. ....	112, 121, 126, 225
Бутина Е.К. ....	71	Кострюкова Е.С. ....	103	Сухарев Ю.И. ....	131
Быкова Г.С. ....	323	Кулибаев А.А. ....	297	Сюз Вэй ....	287
Верещагин А.Л. ....	266	Курмакызы Р. ....	184	Тен К.А. ....	234
Волков С.В. ....	287	Кыстаубаева Н.У. ....	96	Тен М.Д. ....	310
Волкова Т.А. ....	250	Лазарев В.Н. ....	103	Тен Э.Б. ....	316
Воробьев П.Б. ....	184	Ли Т.Е. ....	96	Топорков С.С. ....	27
Говорун В.М. ....	103	Лигай Ю. ....	21	Тхай В.В. ....	138
<b>Гостищев В.В.</b> ....	270	Логашина Ю.А. ....	103	Тхай В.Д. ....	131, 138, 142
Гришин Е.В. ....	103	Малмакова А.Е. ....	178	Тюгай З. ....	323, 328
Дальжанов Б.М. ....	37	Манолов А.И. ....	103	Уркимбаева П.И. ....	148
Де И. ....	297	Манувера В.А. ....	103	Усольцева О.М. ....	340
Демеу Г. ....	96	Мартьянова А.А. ....	27	Хан И.В. ....	328
Дудорова О.А. ....	142	Марукович Е.И. ....	260, 276, 282	Хан К.Ю. ....	328
Ерёмина К.П. ....	303	Машкин П.В. ....	287	Харьков В.А. ....	282
Жумакова С.С. ....	178	Миков А.Н. ....	103	Хван А.Д. ....	336
Зазыбин А.Г. ....	178	Милановский Е.Ю. ....	323	Хван Д.В. ....	336
Зубенко Н.В. ....	44	Михайловская Т.П. ....	184	Хван О.И. ....	32, 37, 109, 153
Иванов В.И. ....	240	Мун Г.А. ....	121, 126, 148, 225	Хе В.К. ....	240
Иванова Л.Н. ....	44	Наджмитдинов С.Б. ....	109	Хегай Л.Б. ....	245
Ивановская Е.А. ....	91	Нарчуганов К.Н. ....	245	Цой З.В. ....	161
Ирмухаметова Г.С. ....	21	Неуймин С.И. ....	138	Цой П.А. ....	340
Искакова Т.К. ....	178	Ни А.Э. ....	293	Чарыкова О.Г. (Ким) ....	165
Кабдушев Ш.Б. ....	121	Никулин Ю.П. ....	161	Чо Г.Ч. ....	345
Казыбаева Д.С. ....	21	Никулина О.А. ....	161	Шалтыкова Д.Б. ....	225
Кенесова З.А. ....	148	Нифталиев С.И. ....	75	Швидко С.В. ....	44
Ким А.В. ....	206	Ноговицына О.В. ....	345	Ше С.Г. ....	171
Ким В.А. ....	260	Нурбатуров К.А. ....	297	Шилов С.В. ....	44
Ким В.Л. ....	193	Нурпеисова Ж.А. ....	21	Ю В.К. ....	96, 178
Ким В.Х. ....	52	Оганян А.В. ....	230	Югай О.К. ....	184
Ким Д.П. ....	210	Ольшанский В.М. ....	287	Юн С.Г. ....	250
Ким Е.Д. ....	270	Пак Е.Н. ....	230	Юн С.М. ....	188
Ким Ен Сун ....	58	Пак И.Т. ....	112, 121		
Ким И.А. ....	65	Пак Н.И. ....	199		

## INDEX

Abdulkarimov B.A. ....	35, 42, 111, 158	Kim K.B. ....	79	Olshanskiy V.M. ....	292
An R.N. ....	31	Kim L.B. ....	84	Pak E.N. ....	233
Andreev S.A. ....	198	Kim M.S. ....	57	Pak I.T. ....	115
Andreev Y.A. ....	107	Kim Moses.....	89	Pak I.T. ....	124
Anikanov N.A. ....	107	Kim N.E. ....	95	Pak N.I. ....	204
Apalikov V.O. ....	136	Kim N.O. ....	95	Pak T.V. ....	119
Apalikova I.J. ....	136	Kim P.A. ....	219	Petrov A.Yu. ....	146
Asaulenko E.V. ....	204	Kim R.E. ....	224	Praliyev K.D. ....	182
Azimkhanova A.E. ....	26	Kim S.Y. ....	257	Putyatina A.N. ....	84
Babenko V.V. ....	107	Kim V. ....	265	Ri E.H. ....	275
Baipakbaeva S.T. ....	115, 129	Kim V.H. ....	57	Ri Khosen.....	308
Bakirov A.S. ....	228	Kim V.L. ....	198	Russkikh G.S. ....	84
Bilyk S. ....	265	Kim Weon Woong.....	260, 265	Samsonova V.I. ....	339
Bochkareva E.V. ....	74	Kim Y.A. ....	292	Sanamyan K.E. ....	107
Burankulova N.M. ....	35	Kim Yen Soon .....	63	Sanamyan N.P. ....	107
Butina E.K. ....	74	Komilov D.A. ....	107	Sazonov I. ....	265
Bykova G.S. ....	327	Korotetskiy I.S. ....	50	Serebryanskaya A. ....	187
Charykova O.G. (Kim).....	170	Kostruykova E.S. ....	107	Shaltykova D.B. ....	228
Cho G.C. ....	350	Kovalchuk S.I. ....	107	She S.G. ....	176
Daljanov B.M. ....	42	Kozaderova O.A. ....	79	Shilov S.V. ....	50
Demeu G. ....	101	Kozlov S.A. ....	107	Shvidko S.V. ....	50
Dudorova O.A. ....	146	Kulibaev A. ....	301	Son B.K. ....	335
Dyo I. ....	301	Kurmakizy R. ....	187	Stetsenko V.Y. ....	281
Eremina K.P. ....	308	Kystaubayeva N.U. ....	101	Sucharev Yu.I. ....	136
Gostishchev V.V. ....	275	Lazarev V.N. ....	107	Suleimenov I.E. ....	115, 124, 129, 228
Govorun V.M. ....	107	Lee M.H. ....	257	Ten E.B. ....	320
Grishin E.V. ....	107	Lee T.E. ....	101	Ten K.A. ....	239
Hwang O.I. ....	111	Ligai Yu. ....	26	Ten M.D. ....	315
Irmukhametova G.S. ....	26	Logashina Y.A. ....	107	Tkhay V.V. ....	141
Iskakova T.K. ....	182	Malmakova A.E. ....	182	Toporkov S.S. ....	31
Ivanov V.I. ....	244	Manolov A.I. ....	107	Tsoi P.A. ....	344
Ivanova L.N. ....	50	Manuvera V.A. ....	107	Tsoy Z.V. ....	164
Ivanovskaja E.A. ....	95	Maroukovitch E. ....	265	Tugai Z. ....	327, 335
Kabdushev Sh.B. ....	124	Martynova A.A. ....	31	Urkimbaeva P.I. ....	152
Kazybayeva D.S. ....	26	Marukovich E.I. ....	281, 286	Usol'tseva O.M. ....	344
Kenessova Z.A. ....	152	Mashkin P.V. ....	292	V.D. Tkhay.....	136, 141, 146
Khan I.V. ....	335	Mikhailovskaya T.P. ....	187	Vereshchagin A.L. ....	269
Khan K.Y. ....	335	Mikov A.N. ....	107	Volkov S.V. ....	292
Kharcov V.A. ....	286	Milanovskiy E.U. ....	327	Volkova T.A. ....	255
Khe V.K. ....	244	Mun G.A. ....	124, 129, 152, 228	Vorobyev P.B. ....	187
Khegay L.B. ....	249	Nadjmitdinov S.B. ....	111	Xue Wei.....	292
Khvan A.D. ....	339	Narchuganov K.N. ....	249	Yu V.K. ....	101, 182
Khvan D.V. ....	339	Nee A.E. ....	296	Yugay O.K. ....	187
Khvan O.I. ....	35, 42, 158	Neuimin S.I. ....	141	Yun S.G. ....	255
Kim A.V. ....	208	Niftaliev S.I. ....	79	Yun S.M. ....	191
Kim A.Y. ....	257	Nikulin U.P. ....	164	Zazybin A.G. ....	182
Kim D.P. ....	215	Nikulina O.A. ....	164	Zhumakova S.S. ....	182
Kim E.D. ....	275	Nogovitsyna O.V. ....	350	Zubenko N.V. ....	50
Kim E.D. ....	275	Nurbaturov K. ....	301		
Kim H.J. ....	257	Nurpeisova Zh.A. ....	26		
Kim I.A. ....	70	Oganyan A.V. ....	233		
Kim I.V. ....	74				

**XVIII МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО НАУКЕ И ТЕХНОЛОГИЯМ  
РОССИЯ-КОРЕЯ-СНГ**

**Москва, 26–28 августа 2018**

**Труды конференции**

Выпускающий редактор *И.П. Брованова*  
Дизайн обложки *А.В. Ладыжская*  
Компьютерная верстка *С.И. Ткачева*

Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции  
Издание соответствует коду 95 3000 ОК 005-93 (ОКП)

---

Подписано в печать 30.07.2018. Формат 70 × 100 1/16. Бумага офсетная. Тираж 70 экз.  
Уч.-изд. л. 28,7. Печ. л. 22,25. Изд. № 211. Заказ № 208. Цена договорная

---

Отпечатано в типографии  
Новосибирского государственного технического университета  
630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20