



XXVI INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENCE AND TECHNOLOGY RUSSIA-KOREA-CIS

PROCEEDINGS

July 16–18, 2026
Moscow

XXVI МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО НАУКЕ И ТЕХНОЛОГИЯМ РОССИЯ-КОРЕЯ-СНГ

ТРУДЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Москва,
16–18 июля 2026

**МОСКВА
2026**

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

Moscow, July 16–18, 2026

PROCEEDINGS

MOSCOW
2026

ББК 72.4ж(0)я431
Д 221

Organizing Committee

Chairman

KANG Vasily – PhD, R&D director, JSC «Diatek-T», Senior scientist, Omsk Scientific Center of the Siberian Branch of the RAS, President of AKSTS

Co-chairmen

LEE Tai Sik – PhD, Prof., President of Korean Federation of Science and Technology Societies (Republic of Korea)

MUN Grigoriy – DrSc, Prof., President of KAHAK (Kazakhstan)

PAK Valeriy – DrSc, President of TINBO (Uzbekistan)

Members

PAK Nikolay – DrSc, Prof., Krasnoyarsk State Pedagogical University, Board member of AKSTS

TKHAI Valeriy – DrSc, Prof., Ural State Medical University, Board member of AKSTS

KIM Irina – PhD, research associate, National Medical Research Center for Therapy and Preventive Medicine, Academic Secretary of AKSTS, Chairman of Moscow chapter

KIM Kseniya – PhD, associate professor, Voronezh State University of Engineering Technologies, Board member of AKSTS

KIM Roman – PhD, associate professor, National Research University «Moscow Aviation Institute», Vice-President of AKSTS

KIM Aleksandra – PhD, associate professor, Institute of the World Ocean, Far Eastern Federal University

KIM Anastasiya – Business Analyst at «Smart Soft Development LLC»

KIM Evgeniy – PhD, Associate professor, Graduate School of Industrial Engineering, Pacific State University

KIM Nadezhda – PhD, associate professor, Novosibirsk State Medical University, Chairman of Novosibirsk region chapter

KHE Alexander – PhD, Senior researcher, Lavrentyev Institute of Hydrodynamics

KHE Elena – MSc, tutor

KHE Vladimir – Junior researcher, Khabarovsk Federal Research Center of the Far Eastern Branch of the RAS

PAK Alexander – DrSc, Head of the Laboratory of Advanced Materials for the Energy Industry, Tomsk Polytechnic University

TSOY Galina – Data Analyst, Sberbank, system administrator in AKSTS

YUN Svetlana – PhD, Leader of Regional solutions group, Samsung R&D Institute Russia, Vice-President of AKSTS

YUN Viktor – PhD, agronomist, «PVT» LTD, Chairman of Primorsky Krai chapter

Д 221 **XXVI International Conference on Science and Technology Russia-Korea-CIS.** July 16–18, 2026. Moscow. Proceedings / Composite authors. – Novosibirsk: NSTU Publisher, 2026. – 227 pp.

ISBN 978-5-7782-5649-1

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 978-5-7782-5649-1

© Composite authors, 2026

© Science and Technical Society “AKSTS”, 2026

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

Москва, 16–18 июля 2026

ТРУДЫ КОНФЕРЕНЦИИ

МОСКВА
2026

ББК 72.4ж(0)я431
Д 221

Оргкомитет

Председатель оргкомитета

КАН В.Е. – к.ф.-м.н., директор по науке, ООО «Диатек-Т», с.н.с., Омский научный центр СО РАН, президент НТО «АНТОК»

Сопредседатели

ЛИ Тай Сик – PhD, проф., президент KOFST (Республика Корея)

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

ПАК В.В. – д.х.н., президент НТО «ТИНБО» (Узбекистан)

Члены оргкомитета

ПАК Н.И. – д.п.н., проф., КГПУ им. В.П. Астафьева, член Правления НТО «АНТОК»

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

КИМ И.В. – к.м.н., н.с. ФГБУ «НМИЦ ТПМ» Минздрава России, ученый секретарь НТО «АНТОК», руководитель регионального отделения НТО «АНТОК» в Москве

КИМ К.Б. – к.х.н., доц., ВГУИТ, член Правления НТО «АНТОК»

КИМ Р.В. – к.т.н., доц., ФГБОУ ВО «МАИ» (НИУ), вице-президент НТО «АНТОК»

КИМ А.В. – к.б.н., доц., ФГАОУ ВО «ДВФУ»

КИМ А.А. – бизнес-аналитик «Smart Soft Development LLC»

КИМ Е.Д. – к.т.н., доц., Высшая школа промышленной инженерии, ТОГУ

КИМ Н.О. – к.фарм.н., доц., ФГБОУ ВО НГМУ Минздрава России, руководитель регионального отделения НТО «АНТОК» в Новосибирской области

ПАК А.Я. – д.т.н., зав. лабораторий перспективных материалов энергетической отрасли, ФГАОУ ВО НИ ТПУ

ХЕ А.К. – к.ф.-м.н., с.н.с., Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН

ХЕ Е.К. – магистр менеджмента, преподаватель

ХЕ В.К. – м.н.с., ХФИЦ ДВО РАН

ЦОЙ Г.В. – аналитик данных, «Сбербанк», системный администратор НТО «АНТОК»

ЮН С.Г. – к.т.н., начальник отдела региональных решений и образовательных проектов, Исследовательский центр Samsung, вице-президент НТО «АНТОК»

ЮН В.Л. – к.с.-х.н., менеджер агроном ООО «П-ВТ», руководитель регионального отделения НТО «АНТОК» в Приморском Крае

Д 221 **XXVI Международная конференция по науке и технологиям Россия-Корея-СНГ.** Москва, 16–18 июля 2026: труды конференции / Коллектив авторов. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2026. – 227 с.

ISBN 978-5-7782-5649-1

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 978-5-7782-5649-1

© Коллектив авторов, 2026

© Научно-техническое общество «АНТОК», 2026

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

Кан Василий Евгеньевич. Президент НТО «АНТОК».....	10
БИОЛОГИЯ И МЕДИЦИНА	11
BIOLOGY AND MEDICINE	11
К.С. Бакулин, В.В. Сепп, М.А. Огай ПРИМЕНИМОСТЬ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ТОНКОСЛОЙНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ В КОНТРОЛЕ КАЧЕСТВА КОМБИНИРОВАННЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ФОРМ	11
K.S. Bakulin, V.V. Sepp, M.A. Ogai APPLICABILITY OF HIGH-PERFORMANCE THIN-LAYER CHROMATOGRAPHY IN THE QUALITY CONTROL OF COMBINED DOSAGE FORMS	14
Е.А. Богатыренко, А.В. Ким, Т.И. Дункай ХАРАКТЕРИСТИКА БАКТЕРИАЛЬНОГО РАЗНООБРАЗИЯ СООБЩЕСТВ ВОДНОЙ ТОЛЩИ И ДОННЫХ ОСАДКОВ АВАЧИНСКОЙ БУХТЫ.....	15
E.A. Bogatyrenko, A.V. Kim, T.I. Dunkai CHARACTERISTICS OF BACTERIAL DIVERSITY OF COMMUNITIES IN THE WATER COLUMN AND BOTTOM SEDIMENTS OF AVACHI BAY	17
А.В. Богданов, Д.С. Круглов, В.В. Величко, Н.Е. Ким, Н.О. Ким НАФТОХИНОНЫ И ИХ ДЕРИВАТЫ В ПОДЗЕМНЫХ И НАДЗЕМНЫХ ОРГАНАХ ECHIUM VULGARE (L.).....	18
A.V. Bogdanov, D.S. Kruglov, V.V. Velichko, N.E. Kim, N.O. Kim NAPHTHOQUINONES AND THEIR DERIVATIVES IN UNDERGROUND AND ABOVEGROUND ORGANS OF ECHIUM VULGARE (L.).....	21
В.Г. Ким ЛЕЧЕНИЕ ДЕТСКОГО РАКА СЕГОДНЯ: ПРОТОКОЛЬНАЯ ТЕРАПИЯ, МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И НОВЫЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ.....	23
V.G. Kim PEDIATRIC CANCER TREATMENT TODAY: PROTOCOL-BASED THERAPY, MOLECULAR TECHNOLOGIES, AND NEW TREATMENT MODALITIES.....	27
И.В. Ким, Е.В. Бочкарева, Е.К. Бутина, О.В. Молчанова, О.М. Драпкина КАРДИОНЕВРОЛОГИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ У ЖЕЩИН С КАЛЬЦИНОЗОМ АРТЕРИЙ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ПО ДАННЫМ ОНКОМАММОСКРИНИНГА.....	28
I.V. Kim, E.V. Bochkareva, E.K. Butina, O.V. Molchanova, O.M. Drapkina CARDIONEUROLOGICAL DISORDERS IN WOMEN WITH BREAST ARTERIAL CALCIFICATION IDENTIFIED BY SCREENING MAMMOGRAPHY	32
Л.Б. Ким, А.Н. Путятина, Г.С. Русских ВЛИЯНИЕ ФИТОКОМПОЗИЦИИ НА КОМПОНЕНТЫ ВНЕКЛЕТОЧНОГО МАТРИКСА ПЕЧЕНИ КРЫС, ПОЛУЧАВШИХ ВЫСОКОЖИРОВУЮ ДИЕТУ.....	33
L.B. Kim, A.N. Putyatina, G.S. Russian THE EFFECT OF PHYTOCOMPOSITION ON THE COMPONENTS OF THE EXTRACELLULAR MATRIX OF THE LIVER OF RATS FED A HIGH-FAT DIET.....	37
А.Э. Пан, С.В. Аксёнов СОВРЕМЕННЫЕ ОТКРЫТЫЕ НАБОРЫ ДАННЫХ РЕНТГЕНОГРАММ ОРГАНОВ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАКЛЮЧЕНИЙ.....	39
A.E. Pan, S.V. Axyonov MODERN OPEN CHEST X-RAY DATASETS FOR RADIOLOGY REPORT GENERATION.....	43
В.В. Тегай, Е.А. Богатыренко ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ШТАММОВ УГЛЕВОДОРОДОКИСЛЯЮЩИХ БАКТЕРИЙ.....	45

V.V. Tegai, E.A. Bogatyrenko EVALUATION OF BIOLOGICAL SAFETY OF STRAINS OF HYDROCARBON-OXIDIZING BACTERIA	47
ДЛЯ ЗАМЕТОК.....	48
К.К. Цой ВЛИЯНИЕ ВКЛЮЧЕНИЯ ЗАЩИЩЁННЫХ ЖИРОВ В РАЦИОН КОРОВ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ.....	51
К.К. Tsoy EFFECT OF INCLUDING PROTECTED FATS IN THE DIET OF DAIRY COWS	54
Б.Н. Юнг, С.Н. Климовский, Е.Д. Федорченко, Д.В. Юдин СКАНЕР МАГНИТОИНДУКЦИОННОГО ТОМОГРАФА	55
ИНЖЕНЕРНЫЕ НАУКИ	59
ENGINEERING.....	59
С. Ли, К. Вахромеева, Д. Киреева, Н. Муковозова ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ВИЗУАЛЬНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ С ПОМОЩЬЮ КАРТЫ ДОСТОВЕРНОСТИ	59
S. Lee, K. Vakhromeeva, D. Kireeva, N. Mukovozova CASS: TOWARDS CONFIDENCE-AWARE SEMANTIC SLAM	63
Т. Лим АВТОЭЛЕКТРОННАЯ ЭМИССИЯ ИЗ ДИХАЛЬКОГЕНИДОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ.....	64
Lim Taewoo FIELD EMISSION FROM TRANSITION METAL DICHALCOGENIDES	66
А.В. Мин РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ АКУСТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО АКУСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ.....	68
A.V. Min DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR AUTOMATIC ASSESSMENT OF ROOM ACOUSTICS AND GENERATION OF ACOUSTIC TREATMENT RECOMMENDATIONS.....	71
В.Н. Мин АВТОМАТИЧЕСКИЕ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ И СООРУЖЕНИЙ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ.....	72
П.А. Цой К ВОПРОСУ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ РАСЧЕТОВ ПРОЧНОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД	76
P.A. Tsoi ON THE ISSUE OF EXPERIMENTAL DATA PROCESSING FOR ROCK STRENGTH CALCULATIONS.....	78
МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	80
MATH AND IT	80
С. Джин FASTHIRAG: УСКОРЕННАЯ ИЕРАРХИЧЕСКАЯ ГРАФОВАЯ ИНДЕКСАЦИЯ ДЛЯ RAG-СИСТЕМ	80
Seungmin Jin FASTHIRAG: FAST HIERARCHICAL GRAPH INDEXING FOR RETRIEVAL-AUGMENTED GENERATION.....	83

A.B. Kim, G.A. Bocharov ЭФФЕКТ ЗАПАЗДЫВАНИЯ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ И МОДЕЛЯХ.....	84
A.V. Kim, G.A. Bocharov DELAY EFFECT IN ECONOMICAL PROCESSES AND MODELS	86
Р.В. Ким, А.А. Новиков АНАЛИЗ УЯЗВИМОСТЕЙ ПРОТОКОЛА PRECISION TIME PROTOCOL И ЗАЩИТА ОТ ВНУТРЕННИХ АТАК В ИЗОЛИРОВАННЫХ СЕТЯХ	87
R.V. Kim, A.A. Novikov ANALYSIS OF PTP VULNERABILITIES AND DEFENSE AGAINST INTERNAL ATTACKS IN ISOLATED NETWORKS	91
Б.М. Клишевич ДЕКЛАРАТИВНАЯ ПЛАТФОРМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАЗВЕРТЫВАНИЯ МИКРОСЕРВИСОВ В КЛАСТЕРЕ KUBERNETES НА ОСНОВЕ ШАБЛОНИЗАЦИИ HELM И СЕРВИСНОЙ СЕТКИ ISTIO.....	93
B.M. Klishevich A DECLARATIVE PLATFORM FOR AUTOMATED MICROSERVICE DEPLOYMENT IN A KUBERNETES CLUSTER BASED ON HELM TEMPLATING AND THE ISTIO SERVICE MESH	96
С.О. Ю, О.М. Цой К МОДЕЛИРОВАНИЮ БИОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ	98
S.O. Iu, O.M. Tsoi ON THE MODELING OF BIOLOGICAL SYSTEMS	102
ХИМИЯ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	103
CHEMISTRY AND NEW MATERIALS	103
А.С. Гнеденков, В.С. Марченко, А.Д. Номеровский, Я.И. Кононенко, С.Л. Синебрюхов, С.В. Гнеденков SMART-ПОКРЫТИЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПРОЦЕССА КОРРОЗИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	103
A.S. Gnedenkov, V.S. Marchenko, A.D. Nomerovskii, Ya.I. Kononenko, S.L. Sinebryukhov, S.V. Gnedenkov SMART-COATINGS OF NEW-GENERATION FOR CONTROLLING THE CORROSION PROCESS OF FUNCTIONAL MATERIALS.....	106
Е.Д. Ким, И.Е. Макаренко, Э.Х. Ри, К.Б. Ким ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МОС НА ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ В NI-AL СПЛАВАХ.....	107
E.D. Kim, I.E. Makarenko, E.Kh. Ri, K.B. Kim INFLUENCE OF MOS CONTENT ON PHASE COMPOSITION AND ELEMENT DISTRIBUTION IN NI-AL ALLOYS	110
Н.О. Ким, Н.Е. Ким АКТУАЛЬНЫЕ АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И БИОСРЕДАХ: КРАТКИЙ ОБЗОР	112
N.O. Kim, N.E.Kim CURRENT ANALYTICAL METHODS FOR DETERMINING HEAVY METALS IN ENVIRONMENTAL AND BIOLOGICAL SAMPLES: A BRIEF REVIEW	115
П.В. Ким ОПТИМИЗАЦИЯ СВОЙСТВ МОЛЕКУЛ ПОСРЕДСТВОМ РЕДАКТИРОВАНИЯ В ЛАТЕНТНОМ ПРОСТРАНСТВЕ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АРХИТЕКТУР И АЛГОРИТМОВ	117
P.V. Kim OPTIMIZATION OF MOLECULAR PROPERTIES THROUGH LATENT SPACE EDITING: A COMPARATIVE ANALYSIS OF ARCHITECTURES AND ALGORITHMS	120
Ю.В. Ли, Я.А. Шугонцов, С.С. Бабаева АЛЮМИНАТИЧНЫЕ КОМПОЗИТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ МЕТОДОМ ИСКРОВОГО ПЛАЗМЕННОГО СПЕКАНИЯ.....	121

Yu.V. Li, Ya.A. Shugontsov, S.S. Babaeva ALUMINUM MATRIX COMPOSITES PRODUCED BY SPARK PLASMA SINTERING	125
А.В. Сподина, А.А. Свинухова, А.Я. Пак ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ СПЕКАНИИ НА ТВЕРДОСТЬ ГЕКСАБОРИДА ЛАНТАНА.....	126
A.V. Spodina, A.A. Svinukhova, A.Ya. Pak INFLUENCE OF SINTERING TEMPERATURE ON HARDNESS OF LANTHANUM HEXABORIDE.....	130
Ю.И. Сухарев, В.Д. Тхай, И.Ю. Апаликова, В.О. Апаликов ПРИРОДНЫЙ МИНЕРАЛ ГЛАУКОНИТ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ.....	131
Yu.I. Sucharev, Valery Thay, Inna Apalikova, Vitaly Apalikhov NATURAL MINERAL GLAUCONITE AND POSSIBILITIES OF ITS APPLICATION	136
Н.Д. Хам, А.А. Горшкова, А.М. Трубицын ЛАЗЕРНО-ИНДУЦИРОВАННАЯ ГЕНЕРАЦИЯ НАНОСТРУКТУР ИЗ ТОНКИХ ПЛЕНОК ЗОЛОТА	138
N.D. Kham, A.A. Gorshkova, A.M. Trubitsin LASER-INDUCES GENERATION OF GOLD NANOSTRUCTURES.....	142
ИСТОРИЯ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ.....	144
HISTORY AND INTERDISCIPLINARY SCIENCES.....	144
Т.В. Ан ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОЛЕВОЙ ИГРЫ ПРИ ОБУЧЕНИИ МЕЖКУЛЬТУРНОМУ ОБЩЕНИЮ НА КОРЕЙСКОМ ЯЗЫКЕ НА НАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ В ВУЗЕ.....	144
T.V. An THE USE OF ROLE-PLAYING IN TEACHING INTERCULTURAL COMMUNICATION IN KOREAN AT THE BEGINNER LEVEL IN HIGHER EDUCATION	149
М.М. Гаврилов КНДР И АФРИКА В ГОДЫ ХОЛОДНОЙ ВОЙНЫ: ИСТОКИ СБЛИЖЕНИЯ	152
M.M. Gavrilov NORTH KOREA AND AFRICA DURING THE COLD WAR THE ORIGINS OF RAPPROCHEMENT.....	154
А.Г. Даниелян ПРОБЛЕМА РЕПАРАЦИЙ КОРЕЙСКИМ «ЖЕНЩИНАМ ДЛЯ УТЕШЕНИЯ» В КОНТЕКСТЕ СОВРЕМЕННЫХ ДЕЛ О СЕКСУАЛЬНОМ НАСИЛИИ.....	155
A.G. Danielyan THE PROBLEM OF REPARATIONS TO KOREAN «COMFORT WOMEN» IN THE CONTEXT OF CONTEMPORARY SEXUAL VIOLENCE CASES	159
Ким Ен Сун ВЛИЯНИЕ СОЦИАЛЬНО-КУЛЬТУРНЫХ ФЛУКТУАЦИЙ НА ИЗМЕНЕНИЕ ДЕМОГРАФИИ И ЭТНИЧЕСКОГО САМОСОЗНАНИЯ КОРЕЙЦЕВ КАЗАХСТАНА И РОССИИ	161
И.К. Ким ГОСПИТАЛЬ ПОЛЬСКОГО КРАСНОГО КРЕСТА В КОРЕЕ.....	165
I.K. Kim POLISH RED CROSS HOSPITAL IN KOREA	169
И.А. Ким ИСТОРИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СРЕДИ РОССИЙСКИХ КОРЕЙЦЕВ (ПО МАТЕРИАЛАМ ПЕРЕПИСЕЙ НАСЕЛЕНИЯ И СОЦИОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ).....	170
I.A. Kim HISTORICAL DYNAMICS OF SOCIOECONOMIC PROCESSES AMONG RUSSIAN KOREANS (BASED ON CENSUS DATA AND SOCIOLOGICAL DATA).....	174
М.Й. Ким ТРАДИЦИОННЫЕ СВАДЕБНЫЕ ПОВЕРЬЯ В КОРЕЕ: СИМВОЛИЗМ И КУЛЬТУРНЫЕ СМЫСЛЫ	177

M.Y. Kim TRADITIONAL WEDDING BELIEFS IN KOREA: SYMBOLISM AND CULTURAL MEANINGS	181
В.М. Лузан ЗЕРКАЛО КАК АПОТРОПЕЙ: ТИПОЛОГИЯ И СЕМАНТИКА БРОНЗОВЫХ ЗЕРКАЛ В ПОГРЕБАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСАХ КОРЕЙСКОГО ПОЛУОСТРОВА И ПРИМОРСКОГО КРАЯ.....	183
V.M. Luzan THE MIRROR AS AN APOTROPOEIA: TYPOLOGY AND SEMANTICS OF BRONZE MIRRORS IN THE FUNERAL COMPLEXES OF THE KOREAN PENINSULA AND PRIMORSKY KRAI	187
А. Мун ОСОБЕННОСТИ КОНСТИТУЦИОННОГО КРИЗИСА: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИМПИЧМЕНТОВ ПАК КЫН ХЕ И ЮН СОК ЁЛЯ В РЕСПУБЛИКЕ КОРЕЯ	188
A. Mun FEATURES OF THE CONSTITUTIONAL CRISIS: A COMPARATIVE ANALYSIS OF THE IMPEACHMENTS OF PARK GEUN-HYE AND YOON SUK-YEOL IN THE REPUBLIC OF KOREA.....	191
Мун Сэнг Чун ТРАДИЦИОННЫЙ КОРЕЙСКИЙ ВОЗДУШНЫЙ ЗМЕЙ «ЁН 연»: ИСТОРИЯ, СИМВОЛИКА И РОЛЬ В КОРЕЙСКОМ КУЛЬТУРНОМ НАСЛЕДИИ.....	194
Mun Seng Chun TRADITIONAL KOREAN KITE "YON": HISTORY, SYMBOLISM AND ROLE IN KOREAN CULTURAL HERITAGE.....	197
Н.И. Пак МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО МЫШЛЕНИЯ ОБУЧАЕМЫХ.....	199
N.I. Pak A MODEL FOR THE FORMATION AND DEVELOPMENT OF RESEARCH THINKING IN STUDENTS	203
Т.В. Пак, А. В. Цой РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ НАСТАВНИЧЕСТВА И КАРЬЕРНОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ СТУДЕНТОВ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ.....	204
T.V. Pak, A.V. Tsoi MODEL OF MENTORING AND CAREER SUPPORT FOR PHARMACY STUDENTS: A THEORETICAL AND METHODOLOGICAL RATIONALE	208
А.Д. Фролова НАРРАТИВ «ИСЦЕЛЕНИЯ» В ФАНАТСКОМ СООБЩЕСТВЕ КЕЙ-ПОП ГРУППЫ BTS	209
A.D. Frolova THE NARRATIVE OF «HEALING» IN THE FAN COMMUNITY OF K-POP GROUP BTS	213
Л.Б. Херай РАЗВИТИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УМЕНИЙ ОБУЧАЕМЫХ С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВЫХ РЕСУРСОВ ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	214
L.B. Hegai DEVELOPING STUDENTS' RESEARCH SKILLS USING DUAL-USE DIGITAL RESOURCES	218
И.С. Хван СОВРЕМЕННЫЕ ПРИОРИТЕТЫ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	219
Inna Khvan MODERN PRIORITIES OF SPATIAL POLITICS IN RUSSIAN FEDERATION.....	223
АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	225
INDEX	226

Уважаемые коллеги, дорогие друзья!



От имени Организационного комитета рад приветствовать вас на нашей междисциплинарной XXVI международной конференции «Россия-Корея-СНГ».

Сегодня здесь собрались светлые умы, представляющие физику и биологию, математику и социальные науки, инженерию и медицину. И это не случайно. Границы между дисциплинами – это не барьеры, а линии горизонта, за которыми нас ждут самые удивительные открытия. Именно на стыках наук рождаются сегодня прорывные идеи, способные изменить мир. Наша задача – сделать эти стыки зонами активного диалога.

Я хочу подчеркнуть ключевые особенности нашей конференции:

– Живое общение и обмен опытом.

На нашей конференции мы стремимся создать максимум возможностей для общения. Здесь, на научных сессиях, в кулуарах, за чашкой чая или на постерных сессиях, рождается живая мысль. Не бойтесь задавать неожиданные вопросы, делиться сомнениями и задумками. Иногда случайная реплика коллеги из смежной области дает больше, чем годы работы в одиночестве. Цените это уникальное пространство открытого диалога.

– Разностороннее развитие навыков.

В XXI веке ученый не может быть затворником в башне из слоновой кости. Нам нужны Hard Skills – ваше безупречное владение методами, приборами и цифровыми инструментами. Но без Soft Skills – умения ясно излагать сложные идеи, убеждать оппонентов, работать в межкультурных командах и слышать друг друга – даже гениальная мысль останется незамеченной. Наша конференция – идеальная площадка для шлифовки обоих типов навыков.

– Междисциплинарный синтез знаний.

Мы пригласили не просто докладчиков, а вы – не просто слушатели. Вместе мы все превращаемся в творцов нового знания. Давайте на время забудем о рамках и привычках. Пусть Биолог взглянет на свои данные глазами Математика, Инженер вдохновится задачами химиков, а Экономист найдет озарение в трудах Физика. Только объединив наши усилия, мы сможем ответить на большие вызовы современности.

Желаю вам продуктивной работы, неожиданных инсайтов и, конечно, теплого человеческого общения. Пусть эти дни станут для каждого из вас точкой опоры для будущих свершений!

С уважением,
Президент НТО «АНТОК»
В.Е. Кан

БИОЛОГИЯ И МЕДИЦИНА BIOLOGY AND MEDICINE

ПРИМЕНИМОСТЬ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ТОНКОСЛОЙНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ В КОНТРОЛЕ КАЧЕСТВА КОМБИНИРОВАННЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ФОРМ

К.С. Бакулин¹, В.В. Сепп¹, М.А. Огай²

¹ *ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия, bakulinks@yandex.ru*

² *Пятигорский медико-фармацевтический институт, филиал Волгоградского Государственного медицинского университета, Пятигорск, Россия*

Разработка комбинированных лекарственных форм требует надежного аналитического сопровождения, особенно в случаях, когда действующие вещества различаются по хроматографическому поведению и условиям детектирования. В этих условиях высокоэффективная тонкослойная хроматография представляет интерес как метод, применимый для рутинного контроля качества и позволяющий решать задачи идентификации и количественной оценки компонентов в рамках единой аналитической схемы. На примере лекарственной формы, содержащей метформина гидрохлорид и таурин, показано, что метод обеспечивает разделение аналитов и характеризуется приемлемыми аналитическими параметрами. Полученные результаты подтверждают практическую применимость подхода для анализа многокомпонентных систем без его универсализации для всех объектов фармацевтического анализа.

Введение. Актуальность разработки и исследования комбинированных лекарственных форм для коррекции нарушений углеводного обмена определяется высокой распространенностью сахарного диабета 2 типа и необходимостью совершенствования как фармакотерапии, так и аналитического сопровождения таких препаратов [1]. Для комбинированных систем, содержащих вещества с различающимися физико-химическими и спектральными свойствами, существенное значение имеет выбор метода, позволяющего проводить идентификацию и количественное определение компонентов в рамках единой аналитической схемы в соответствии с современными требованиями к аналитическим процедурам [2]. Дополнительные трудности возникают в тех случаях, когда компоненты комбинированной лекарственной формы различаются не только по полярности и хроматографической подвижности, но и по возможно-

стям инструментального детектирования. В подобных системах применение единой аналитической схемы нередко осложняется необходимостью сочетать условия разделения, идентификации и количественной оценки веществ с различными аналитическими свойствами. Поэтому практический интерес представляют подходы, позволяющие адаптировать процедуру анализа к особенностям конкретного объекта без избыточного усложнения методики. В этом отношении высокоэффективная тонкослойная хроматография может рассматриваться как один из применимых инструментов фармацевтического анализа в тех случаях, когда важны наглядность разделения, возможность параллельного исследования образцов и гибкость подбора условий хроматографирования [3].

Цель. Целью работы явилась оценка применимости высокоэффективной тонкослойной хроматографии в контроле качества комбинированной лекарственной формы пролонгированного действия, содержащей метформина гидрохлорид и таурин.

Материалы и методы. Объектом исследования служила комбинированная лекарственная форма с метформина гидрохлоридом и таурином. При постановке аналитической задачи учитывали различия свойств исследуемых компонентов, влияющие на их хроматографическое поведение и условия детектирования. В работе использовали подход, основанный на хроматографическом разделении компонентов на пластинах высокоэффективной тонкослойной хроматографии с последующей денситометрической оценкой зон аналитов. Для вещества, обладающего ограниченными возможностями прямого спектрофотометрического детектирования, применяли стадию постхроматографической дериватизации. В ходе валидации оценивали специфичность, линейность, точность, прецизионность, предел количественного определения, робастность и стабильность растворов.

Результаты и обсуждение. Установлено, что подобранные условия обеспечивают разделение метформина гидрохлорида и таурина со значениями R_f 0,34 и 0,24 соответственно. Это позволило проводить не только идентификацию компонентов, но и их последующую количественную оценку в составе комбинированной лекарственной формы. Методика была валидирована в диапазоне 0,03125–0,5 мг/мл; предел количественного определения составил 0,03125 мг/мл. Коэффициент корреляции составил 0,992 для метформина и 0,896 для таурина. Открываемость составила 97,8–105,2% для метформина и 86,4–110,5% для таурина; промежуточная прецизионность не превышала 5,9% при 0,0625 мг/мл и 12,9% при 0,03125 мг/мл. Полученные значения аналитических характеристик позволяют рассматривать предложенный подход как пригодный для практического применения при анализе комбинированных систем данного типа. Важным представляется то, что специфичность и достигнутое разделение зон создают основу для корректной идентификации компонентов, тогда как показатели линейности, точности и прецизионности подтверждают возможность их количественной оценки. Оценка предела количественного определения, робастности и стабильности растворов дополнительно характеризует метод с позиции его воспроизводимости и устойчивости при выполнении аналитической процедуры. В совокупности это показывает, что высокоэффективная тонкослойная хроматография может использоваться

не только как иллюстративный способ разделения, но и как рабочий инструмент рутинного фармацевтического анализа для решения отдельных задач контроля качества комбинированных лекарственных форм.

Совокупность полученных данных свидетельствует о приемлемости аналитических характеристик метода для решения задач контроля качества исследуемой системы. Практический интерес подхода определяется возможностью объединения этапов разделения, идентификации и количественной оценки в рамках единой аналитической логики при работе с компонентами, различающимися по аналитическому поведению. Вместе с тем полученные результаты следует рассматривать как обоснование применимости метода для определенного круга задач, а не как основание рекомендовать его в качестве универсального решения для контроля качества многокомпонентных лекарственных препаратов. На разработанную методику подана заявка на выдачу патента № 2025134300 от 04.12.2025; развернутое описание методики, ее валидационных характеристик и экспериментальных данных подготовлено к публикации.

Заключение. Высокоэффективная тонкослойная хроматография может быть использована как применимый метод контроля качества комбинированных лекарственных форм, содержащих компоненты с различающимися аналитическими свойствами. На примере системы с метформина гидрохлоридом и таурином показано, что метод обеспечивает приемлемые показатели специфичности, линейности, точности, прецизионности, предела количественного определения, робастности и стабильности растворов. Практическая значимость подхода состоит в возможности его использования при решении отдельных задач стандартизации и контроля качества комбинированных лекарственных форм в рутинном фармацевтическом анализе без претензии на универсальность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas. 10th ed. Brussels: International Diabetes Federation; 2021.
2. International Council for Harmonisation of Technical Requirements for Pharmaceuticals for Human Use. Validation of Analytical Procedures Q2(R2). Geneva; 2023.
3. Sherma J, Fried B. Handbook of Thin-Layer Chromatography. 3rd ed. New York: Marcel Dekker; 2003.

БИОГРАФИЯ

Я, Бакулин Константин Сергеевич, родился в 1984 году. Закончил Волгоградский государственный медицинский университет в 2013 г. по специальности «Фармация», аспирантуру в 2022 г. по направлению 3.4.1. Промышленная фармация и технология получения лекарств. С 2022 г. работаю в РНИМУ им. Н.И. Пирогова в должности старшего преподавателя. Имею более 20 публикации, в том числе 8 в журналах, рецензируемых Scopus и WoS. Опыт работы в сфере практической фармации более 15 лет.

**APPLICABILITY OF HIGH-PERFORMANCE THIN-LAYER
CHROMATOGRAPHY IN THE QUALITY CONTROL
OF COMBINED DOSAGE FORMS**

K.S. Bakulin, V.V. Sepp, M.A. Ogai

*Pirogov Russian National Research Medical University, Ministry of Health
of the Russian Federation (Pirogov University), Moscow, Russia, bakulinks@yandex.ru*

The development of combined dosage forms requires reliable analytical support, especially when the active substances differ in chromatographic behavior and detection conditions. In such cases, high-performance thin-layer chromatography (HPTLC) is of interest as a method applicable to routine quality control and allowing identification and quantitative assessment of components within a single analytical scheme.

Aim. The aim of the study was to assess the applicability of HPTLC in the quality control of a prolonged-release combined dosage form containing metformin hydrochloride and taurine.

Materials and Methods. The study focused on a combined dosage form containing metformin hydrochloride and taurine. In developing the analytical approach, differences in the properties of the studied components affecting their chromatographic behavior and detection conditions were taken into account. The method was based on chromatographic separation on HPTLC plates followed by densitometric evaluation of analyte zones. For the component with limited possibilities for direct spectrophotometric detection, post-chromatographic derivatization was applied. Specificity, linearity, accuracy, precision, limit of quantitation, robustness, and solution stability were evaluated.

Results and Discussion. The selected conditions provided separation of metformin hydrochloride and taurine with R_f values of 0.34 and 0.24, respectively. This made it possible to perform both identification and subsequent quantitative determination of the components in the combined dosage form. The method was validated in the range of 0.03125–0.5 mg/mL; the limit of quantitation was 0.03125 mg/mL. The correlation coefficients were 0.992 for metformin and 0.896 for taurine. Recovery was 97.8–105.2% for metformin and 86.4–110.5% for taurine, while intermediate precision did not exceed 5.9% at 0.0625 mg/mL and 12.9% at 0.03125 mg/mL.

The obtained data indicate acceptable analytical characteristics of the method for quality control of the studied system. The practical relevance of the approach is associated with combining separation, identification, and quantitative assessment within a single analytical logic when working with components that differ in analytical behavior. At the same time, the results should be regarded as evidence of the applicability of HPTLC for a specific range of tasks rather than as grounds for recommending it as a universal solution for quality control of multicomponent dosage forms. A patent application for the developed method (No. 2025134300, dated 04.12.2025) has been filed. An extended description of the method, its validation characteristics, and experimental data has been prepared for publication.

Conclusion. HPTLC may be used as an applicable method for quality control of combined dosage forms containing components with different analytical properties. Using a system containing metformin hydrochloride and taurine as an example, the method was shown to provide acceptable specificity, linearity, accuracy, precision, limit of quantitation, robustness, and solution stability. The practical significance of the approach lies in its use for selected tasks of standardization and quality control of combined dosage forms in routine pharmaceutical analysis without any claim of universality.

REFERENCE

1. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas. 10th ed. Brussels: International Diabetes Federation; 2021.
2. International Council for Harmonisation of Technical Requirements for Pharmaceuticals for Human Use. Validation of Analytical Procedures Q2(R2). Geneva; 2023.
3. Sherma J, Fried B. Handbook of Thin-Layer Chromatography. 3rd ed. New York: Marcel Dekker; 2003.

ХАРАКТЕРИСТИКА БАКТЕРИАЛЬНОГО РАЗНООБРАЗИЯ СООБЩЕСТВ ВОДНОЙ ТОЛЩИ И ДОННЫХ ОСАДКОВ АВАЧИНСКОЙ БУХТЫ

Е.А. Богатыренко, А.В. Ким, Т.И. Дункай

*Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия,
rectorat@dvfu.ru*

Впервые была дана характеристика бактериального разнообразия сообществ водной толщи и донных осадков Авачинской бухты.

Микроорганизмы – неотъемлемый компонент морских экосистем, играющий ключевую роль в биогеохимических циклах, деструкции органического вещества и самоочищении вод. Состав и структура микробных сообществ определяют устойчивость акваторий к природным и антропогенным воздействиям.

Прибрежные акватории, в том числе Авачинская бухта, испытывают значительную антропогенную нагрузку, что приводит к изменению структуры микробных сообществ, появлению нетипичных таксонов и росту численности микроорганизмов – индикаторов загрязнения.

Микробные сообщества воды и донных отложений отличаются по своему составу, структуре и функциональной роли и анализ микробного разнообразия этих сред позволяет глубже понять экологическое состояние акватории и выявить возможные признаки нарушения её функционирования [1].

В связи с чем, целью данной работы является характеристика бактериальных сообществ водной толщи и донных отложений Авачинской бухты.

Материалом для работы послужили пробы воды и донных осадков Авачинской бухты, собранные в ходе экспедиций “Тихоокеанский плавучий университет” Института Мирового океана (Школы) Дальневосточного федерального университета на НИС “Профессор Мультановский” в 2024 году.

Суммарную ДНК выделяли с помощью коммерческого набора «НК сорбент Base» (Литтех, Россия) согласно протоколу. Амплификацию ДНК матрицы из образцов проводили с использованием праймеров 341F (5'- CCTAYGGGRBGCASCAG-3) и 806R (5'-GGACTACNVGGGTWTCTAAT-3'), содержащих адаптерные последовательности (Illumina) специфичных для области V3-V4 гена 16S рРНК. Секвенирование проводили на секвенаторе HiSeq «Illumina» (США).

Результаты показали, что на всех рассмотренных таксономических уровнях бактериальное разнообразие было выше в донных отложениях, чем в образцах воды. В водной толще основу сообщества составляли филумы Actinomycetota и Pseudomonadota, классы Actinobacteria и Alphaproteobacteria. В донных осадках доминировали филумы Actinomycetota, Pseudomonadota, Thermodesulfobacteriota и Campylobacterota, классы Acidimicrobiia, Gammaproteobacteria, Bacili и Campylobacterota.

Выполненное исследование позволило охарактеризовать таксономическое разнообразие бактерий Авачинской бухты. В перспективе полученные данные могут быть использованы для оценки влияния абиотических и антропогенных факторов на структуру микробных сообществ.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, проект № FZNS-2024-0037 «Комплексный экологический мониторинг прибрежных морских и наземных экосистем Камчатки».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zaripova K. M. The abundance and distribution of individual bacterial groups in coastal waters of the Kamchatka Peninsula / K. M. Zaripova, E. A. Demidova, E. A. Tikhonova // Ecological Safety of Coastal and Shelf Zones of Sea. – 2025. – № 2. – P. 135–148.

БИОГРАФИЯ

Я, Ким Александра Вячеславовна работаю в области микробиологии, экологии и молекулярной генетики, специализируюсь на изучении микроорганизмов в различных экологических системах. Работаю доцентом в Дальневосточном федеральном университете, г. Владивосток. Специалист по направлению подготовки Биологические науки (Микробиология и Экология). Область моих научных интересов включает систематику, физиологию, цитологию и экологию микроорганизмов, молекулярную генетику, биотехнологию, а также работа со студентами и абитуриентами.

CHARACTERISTICS OF BACTERIAL DIVERSITY OF COMMUNITIES IN THE WATER COLUMN AND BOTTOM SEDIMENTS OF AVACHA BAY

E.A. Bogatyrenko, A.V. Kim, T.I. Dunkai

Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia, rectorat@dyfu.ru

For the first time, a characterization of the bacterial diversity of the water column and bottom sediment communities of Avacha Bay was performed.

Coastal waters, including Avacha Bay, experience significant anthropogenic pressure, which leads to changes in the structure of microbial communities, the appearance of atypical taxa, and an increase in the abundance of microorganisms – indicators of pollution. Microbial communities of water and bottom sediments differ in their composition, structure, and functional role, and analysis of the microbial diversity of these environments allows a deeper understanding of the ecological state of the water body and the identification of possible signs of its dysfunction [1].

Therefore, the aim of this work is to characterize the bacterial communities of the water column and bottom sediments of Avacha Bay.

The material for the work consisted of water and bottom sediment samples from Avacha Bay collected during the expeditions of the "Pacific Floating University" of the Institute of the World Ocean (School) of the Far Eastern Federal University aboard the research vessel "Professor Multanovsky" in 2024. Total DNA was extracted using the commercial kit "NK sorbent Base" (Litekh, Russia) according to the protocol. DNA amplification from the samples was performed using primers 341F and 806R containing adapter sequences (Illumina) specific to the V3-V4 region of the 16S rRNA gene. Sequencing was carried out on an Illumina HiSeq sequencer (USA).

The results showed that at all taxonomic levels considered, bacterial diversity was higher in bottom sediments than in water samples.

This study has allowed us to characterize the taxonomic diversity of bacteria in Avacha Bay. In the future, these data can be used to assess the influence of abiotic and anthropogenic factors on the structure of microbial communities.

This work was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, project № FZNS-2024-0037 "Integrated ecological monitoring of coastal marine and terrestrial ecosystems of Kamchatka."

REFERENCE

1. Zaripova K. M. The abundance and distribution of individual bacterial groups in coastal waters of the Kamchatka Peninsula / K. M. Zaripova, E. A. Demidova, E. A. Tikhonova. // Ecological Safety of Coastal and Shelf Zones of Sea. – 2025. – № 2. – P. 135–148.

BIOGRAPHY

I, Kim Aleksandra Vyacheslavovna, work in the field of microbiology, ecology and molecular genetics, specializing in the study of microorganisms in various ecological systems. I work as an associate professor at the Far Eastern Federal University, Vladivostok. Specialist in the area of training «Biological sciences» (Microbiology and Ecology). The area of my scientific interests includes taxonomy, physiology, cytology and ecology of microorganisms, molecular genetics, biotechnology, as well as work with students and applicants.

НАФТОХИНОНЫ И ИХ ДЕРИВАТЫ В ПОДЗЕМНЫХ И НАДЗЕМНЫХ ОРГАНАХ *ECHINUM VULGARE* (L.)

А.В. Богданов, Д.С. Круглов, В.В. Величко, Н.Е. Ким, Н.О. Ким

**ФГБОУ ВО Новосибирский государственный медицинский университет
Министерства здравоохранения РФ, Новосибирск, Россия, Natalykim@mail.ru**

Исследованы корни и трава *Echinum vulgare* (L.) на содержание шиконина и их дериватов. Для изучения компонентного и количественного состава сырья методом спектрофотометрии использовали суммарные извлечения. Установили, что надземные органы могут рассматриваться как источник фармакологически активных биогенетических предшественников шиконина, а подземные – как источник шиконина.

Актуальность. Нафтохиноны представляют собой обширную группу природных фенольных соединений, содержащих хиноидное ядро среди которых выделяется шиконин, являющийся хеомаркером растений семейства бурачниковых (Boraginaceae). Эти соединения в растительном организме локализуются преимущественно в перидерме корней и участвуют в антимикробной и аллелопатической защите [1]. Шиконин (5,8-дигидрокси-2-[(1R)-1-гидрокси-4-метилпент-3-енил]-1,4-нафтохинон) относится к производным 1,4-нафтохинона и существует в виде энантиомерной пары с алканином. Эти соединения обладают широким спектром фармакологической активности, включая противовоспалительное, антибактериальное, противогрибковое, цитотоксическое и антипролиферативное действие [2].

Биосинтез шиконина объединяет шикиматный (фенолпропаноидный) и мевалонатный (один из двух изопреноидных) пути метаболизма. Предшественниками молекулы служат *n*-гидроксibenзойная кислота, образующаяся из фенилаланина и геранилдифосфата (GPP), синтезируемый по мевалонатному пути. Ключевой стадией считается реакция пренилирования *n*-гидроксibenзойной кислоты с образованием *m*-геранил-*n*-гидроксibenзойной кислоты с дальнейшей циклизацией и гидроксилированием приводящими к образованию дегидрошиконина и затем шиконина [3].

Для растений семейства Boraginaceae характерна выраженная тканевая специализация биосинтеза шиконина. Ранние стадии пути, включая образование ароматических предшественников и пренилированных интермедиатов, могут протекать в надземных фотосинтезирующих органах. Однако в листьях биосинтез обычно ограничивается образованием дегидро- или деоксишикониновых промежуточных соединений, обладающих существенно меньшей окраской и менее выраженной биологической активностью. Финальные стадии превращения в полностью окисленные производные шиконина реализуются преимущественно в корнях, где экспрессируются специфические оксидоредуктазы и гидроксилазы, отсутствующие либо слабо представленные в листьях [3]. Вероятно, пространственное разделение стадий биосинтеза выполняет защитную функцию, ограничивая накопление высокореакционноспособных цитотоксичных нафтохинонов в фотосинтезирующих тканях и обеспечивая их депонирование преимущественно в перидерме корней.

В этой связи *E. vulgare* (L.) представляет широко распространённый на территории России двулетний вид семейства Boraginaceae, перспективность изучения которого, как возможного лекарственного растения, была показана ранее [4]. Несмотря на широкое распространение и наличие сведений о содержании фенольных соединений, пирролизидиновых алкалоидов и микроэлементов, нафтохиноновый комплекс надземных органов синяка обыкновенного изучен недостаточно. При этом шиконин, выявленный в корнях синяка обыкновенного [5], позволяет предполагать наличие у *E. vulgare* (L.) аналогичных механизмов биосинтеза шиконина в целом и перспективность всех органов данного растения как потенциального источника нафтохиноновых соединений.

Цель работы. Исследование шиконина и его дериватов в надземных и подземных органах *E. vulgare* (L.)

Материалы и методы. В качестве объектов исследования были использованы корни и трава *E. vulgare* (L.), заготовленные летом 2025 г. на территории Новосибирской области (54°77' с.ш., 83°23' в.д.). После заготовки проводили первичную обработку сырья: надземные органы очищали от поврежденных частей, а корни быстро промывали в проточной воде, обсушивали и разрезали на куски длиной 2-3 см (части корней более 1 см в диаметре разрезали вдоль). Сырье доводили до воздушно-сухого состояния при комнатной температуре в помещении.

Для исследования получали извлечения с использованием в качестве экстрагента 70% этанол. В колбу помещали навеску сырья и добавляли экстрагент в соотношении 1:50, после чего колбу, снабженную обратным холодильником, выдерживали 30 минут на кипящей водяной бане. После охлаждения извлечения фильтровали и фильтраты спектрофотометрировали. Для изучения компонентного и количественного состава сырья методом спектрофотометрии использовали суммарные извлечения. Спектры поглощения определяли на спектрофотометре СФ-56 в диапазоне волн от 350 до 600 нм (характерный диапазон оптической активности шиконина и его производных и биогенетических предшественников).

Результаты. Зафиксированные спектры приведены на рис 1.

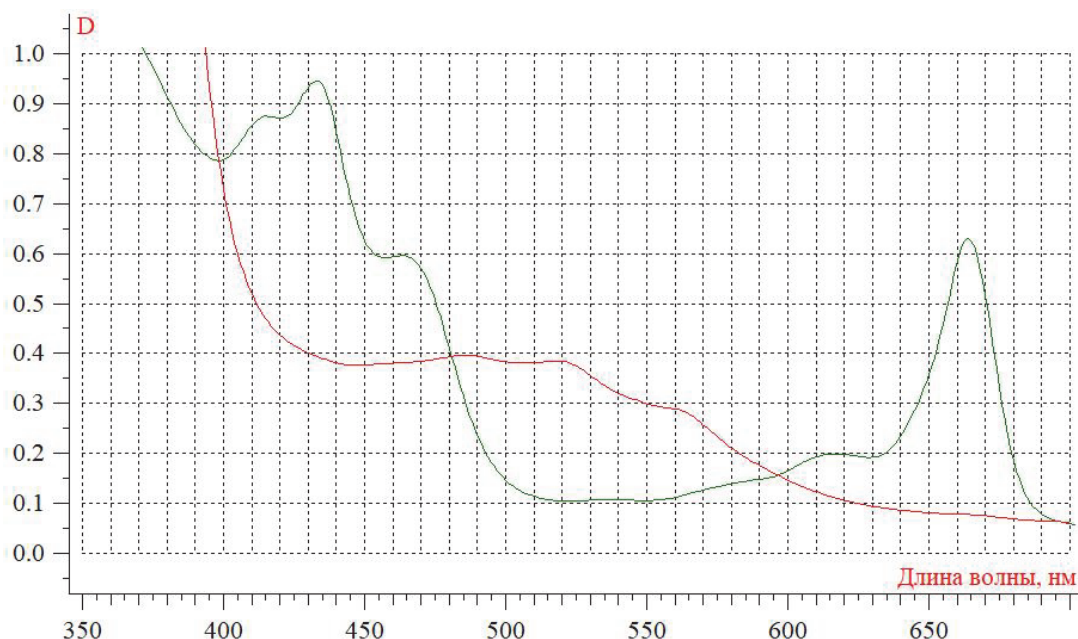


Рис. 1. Спектры поглощения извлечения из травы (зеленая линия) и корне (красная линия)

Спектр в диапазоне 350-600 нм показал наличие максимумов поглощения для извлечения из травы в области 420-430 нм и 460 нм, а для извлечения из корня 485-495 и 520 нм. Подобные спектры характерны для шиконина (495 и 520 нм [6]) и геранил-гидрохинона 420–460 нм [7]. Таким образом, в траве вероятнее всего содержатся биогенетические предшественники шиконина. При этом в надземных органах преимущественно накапливаются менее окисленные производные нафтохинонового ряда, включая дегидро- и деоксипроизводные, обладающие существенно меньшей реакционной способностью и цитотоксичностью. Поздние стадии биосинтеза, связанные с гидроксированием и образованием шиконина локализованы в тканях корня, где экспрессируются специфические оксидоредуктазы и СУР450-зависимые ферменты, обеспечивающие формирование окончательной нафтохиноновой структуры [3].

Заключение. Таким образом, *Echinium vulgare* L. характеризуется выраженной органоспецифичностью химического состава. Надземные органы могут рассматриваться как источник фармакологически активных биогенетических предшественников шиконина, а подземные – как источник шиконина.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Yadav S., Sharma A., Nayik G.A. et al. Review of shikonin and derivatives: isolation, chemistry, biosynthesis, pharmacology and toxicology // *Frontiers in Pharmacology*. – 2022. – Vol. 13. – Art. 905755. – DOI: 10.3389/fphar.2022.905755.

2. Malik S., Bhushan S., Sharma M., Ahuja P.S. Biotechnological approaches to the production of shikonins: a critical review with recent updates // *Critical Reviews in Biotechnology*. – 2016. – Vol. 36, № 2. – P. 327–340. – DOI: 10.3109/07388551.2014.961003.

3. Okamoto T., Kawasaki T., Matsuoka H., Sato F., Tabata M. Biosynthesis of shikonin derivatives from L-phenylalanine via deoxyshikonin in *Lithospermum erythrorhizon* cell cultures and cell-free extracts // *Phytochemistry*. – 1995. – Vol. 38, № 1. – P. 83–88. DOI: [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(94\)00621-Y](https://doi.org/10.1016/0031-9422(94)00621-Y).

4. Богданов А.В., Круглов Д.С., Величко В.В. Содержание фенольных соединений в траве *Echium vulgare* L. в онтогенезе // Всерос.научно-практ. конф. с междунар. уч-ем «Создание конкурентоспособных лекарств – приоритетное направление развития фармацевтической науки»: Сборник материалов. – Пермь, ПГФА, 2025. – 268 с. С. 128–131.

5. Дайронас Ж.В. Сравнительное исследование нафтохинонов трёх видов рода синяк (*Echium*) семейства бурачниковых (Boraginaceae) / Ж.В. Дайронас // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сб. науч. тр. – Пятигорск, 2012. – Вып. 67. – С. 30–31.

6. Simultaneous determination of naphthoquinone derivatives in Boraginaceous herbs by high-performance liquid chromatography // *Analytica Chimica Acta*. – 2006. – Vol. 577. – P. 26–31. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aca.2006.06.031>.

7. Özgen U., Demirkaya F., Bulut G. Quantitative determination of shikonin derivatives with UV-Vis spectrophotometric methods in the roots of *Onosma nigricaulis* // *Reviews in Analytical Chemistry*. – 2011. – Vol. 30, № 2. – P. 59–63. *RevAnalChem* 30 (2011): 59–63 DOI: 10.1515/REVAC.2011.014.

БИОГРАФИЯ

Я Ким Наталья Ем-Еровна, кандидат химических наук с 1996 года, имею ученое звание – доцент, работаю доцентом на кафедре фармацевтической химии ФГБОУ ВО Новосибирского государственного медицинского университета Минздрава РФ. Работаю в области химии, преподаю общую и неорганическую химию, органическую химию. Область научных интересов – изучение лекарственных трав, разработка аналитических методик.

NAPHTHOQUINONES AND THEIR DERIVATIVES IN UNDERGROUND AND ABOVEGROUND ORGANS OF *ECHIMUM VULGARE* (L.)

A.V. Bogdanov, D.S. Kruglov, V.V. Velichko, N.E. Kim, N.O. Kim

FSBEI HE NSMU MOH, Novosibirsk, Russia, natalykim@mail.ru

We investigated the roots and herb of *Echium vulgare* (L.) to determine the content of shikonin and its derivatives. The study utilized total extracts to analyze the component and quantitative composition of the raw materials via spectrophotometry. The results show that aboveground organs serve as a source of pharmacologically active biogenetic precursors of shikonin, while underground organs provide shikonin itself.

Relevance. Naphthoquinones are phenolic Boraginaceae chemomarkers, mainly shikonin and its enantiomer alkannin. Localized in the root periderm, they drive antimicrobial and allelopathic defense, showing strong anti-inflammatory, cytotoxic, and antiproliferative effects. Shikonin biosynthesis combines shikimate and mevalonate pathways via *p*-hydroxybenzoic acid and GPP precursors. Key prenylation, cyclization, and hydroxylation yield dehydroshikonin and shikonin. Boraginaceae exhibit strict tissue specialization: aboveground organs produce less active dehydro- or deoxyshikonin intermediates, while roots drive final conversion via specific oxidoreductases and hydroxylases. This spatial separation protects photosynthetic tissues from cytotoxic naphthoquinones. *E. vulgare* (L.) is a widespread Russian biennial with proven medicinal potential. While data exists on its phenolics and alkaloids, researchers have neglected its aboveground naphthoquinone complex. However, shikonin presence in *E. vulgare* roots suggests typical biosynthesis and highlights all organs as prospective naphthoquinone sources.

Aim of the study. Shikonin and Its Derivatives in Aboveground and Underground Organs of *E. vulgare* (L.) investigation

Material and methods. We used the roots and herb of *E. vulgare* (L.), collected during the summer of 2025 in the Novosibirsk region (54°77' N, 83°23' E). We determined the component and quantitative composition of the raw materials by spectrophotometry using the total extracts obtained with 70 % ethanol. We recorded the absorption spectra on an SF-56 spectrophotometer in the wavelength range from 350 to 600 nm (the characteristic range of optical activity for shikonin, its derivatives, and biogenetic precursors).

Results of the study. The spectrum in the 350–600 nm range showed absorption maxima for the herb extract at 420–430 nm and 460 nm, and for the root extract at 485–495 nm and 520 nm. Shikonin (495 and 520 nm) and geranylhydroquinone (420–460 nm) typically exhibit such spectra. Thus, the herb most likely contains biogenetic precursors of shikonin. At the same time, the aboveground organs predominantly accumulate less oxidized derivatives of the naphthoquinone series, including dehydro- and deoxy-derivatives, which possess significantly lower reactivity and cytotoxicity. The root tissues localize the late stages of biosynthesis associated with hydroxylation and shikonin formation; here, specific oxidoreductases and CYP450-dependent enzymes express themselves to ensure the formation of the final naphthoquinone structure.

Conclusions. Thus, *Echium vulgare* L. features a distinct organ-specificity of its chemical composition. Aboveground organs serve as a source of pharmacologically active biogenetic precursors of shikonin, while underground organs provide shikonin itself.

REFERENCE

1. Yadav S, Sharma A, Nayik GA, et al. Review of shikonin and derivatives: isolation, chemistry, biosynthesis, pharmacology and toxicology. *Front Pharmacol.* 2022;13:905755. doi:10.3389/fphar.2022.905755.
2. Malik S, Bhushan S, Sharma M, Ahuja PS. Biotechnological approaches to the production of shikonins: a critical review with recent updates. *Crit Rev Biotechnol.* 2016;36(2):327-340. doi:10.3109/07388551.2014.961003.

3. Okamoto T, Kawasaki T, Matsuoka H, Sato F, Tabata M. Biosynthesis of shikonin derivatives from L-phenylalanine via deoxyshikonin in *Lithospermum erythrorhizon* cell cultures and cell-free extracts. *Phytochemistry*. 1995;38(1):83-88. doi: 10.1016/0031-9422(94)00621-Y.
4. Bogdanov AV, Kruglov DS, Velichko VV. The content of phenolic compounds in the herb of *Echium vulgare* L. in ontogenesis. In: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation "Creation of Competitive Medicines - a Priority Direction for the Development of Pharmaceutical Science". Perm: PGFA; 2025:128-131. [in Russian]
5. Daironas ZV. Comparative study of naphthoquinones of three species of the genus *Echium* of the borage family (Boraginaceae). In: Development, Research and Marketing of New Pharmaceutical Products: Collection of Scientific Papers. Pyatigorsk; 2012(67):30-31. [in Russian]
6. Simultaneous determination of naphthoquinone derivatives in Boraginaceous herbs by high-performance liquid chromatography. *Anal Chim Acta*. 2006;577:26-31. doi:10.1016/j.aca.2006.06.031.
7. Özgen U, Demirkaya F, Bulut G. Quantitative determination of shikonin derivatives with UV-Vis spectrophotometric methods in the roots of *Onosma nigricaulis*. *Rev Anal Chem*. 2011;30(2):59-63. doi:10.1515/REVAC.2011.014.

BIOGRAPHY

I work in a field of chemistry and specialized on organic, general and inorganic, pharmaceutical, analytic chemistries and pharmacognosy. I am an associate professor at the department of pharmaceutical chemistry in FSBEI HE NSMU MOH Russia. Candidate of science (chemistry) since 1996. Field of my scientific interest includes pharmacy, biotechnology, organic chemistry, development of new methods of analysis in drugs and herbs study

ЛЕЧЕНИЕ ДЕТСКОГО РАКА СЕГОДНЯ: ПРОТОКОЛЬНАЯ ТЕРАПИЯ, МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И НОВЫЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ

В.Г. Ким

**ФГБУ «НМИЦ детской гематологии, онкологии и иммунологии
им. Дмитрия Рогачева» Минздрава России, Москва, Россия,
valeriya.kim@dgoi.ru**

Современное лечение онкологических заболеваний основано на протоколах, сформированных в международных рандомизированных клинических исследованиях. На примере самых распространенных онкозаболеваний у детей: острого лимфобластного лейкоза, нейробластомы и медуллобластомы показано развитие подходов к лечению от химиотерапии, хирургии и лучевой терапии к молекулярной диагностике, таргетным препаратам и иммунотерапии.

Введение. Детская онкология за последние десятилетия прошла путь от эмпирического применения отдельных противоопухолевых препаратов к протокольному,

риск-адаптированному и биологически обоснованному лечению. Современное лечение ребенка с опухолью строится не только на морфологическом диагнозе, но и на стадии заболевания, группе риска, молекулярных характеристиках опухоли, ответе на терапию и вероятности поздних осложнений. Важнейшую роль в этом прогрессе сыграли кооперативные и рандомизированные клинические исследования. Именно они позволили определить, какие комбинации препаратов, дозы, этапы и длительность лечения действительно улучшают выживаемость. Поэтому современная детская онкология – это не только клиническая специальность, но и высокотехнологичная научная область, тесно связанная с молекулярной биологией, генетикой, иммунологией, клеточными технологиями и биоинформатикой. Целью работы является показать на примере острого лимфобластного лейкоза (ОЛЛ), нейробластомы и медуллобластомы, как развивается современное лечение детского рака.

Методы и материалы. Проведен обзор научных публикаций, посвященных современному лечению ОЛЛ, нейробластомы высокого риска, молекулярной диагностике и прецизионной медицине в детской онкологии.

Острый лимфобластный лейкоз (ОЛЛ) является одним из главных примеров успеха детской онкологии. В 1960-е годы выживаемость детей с ОЛЛ была менее 10%, тогда как сегодня она приближается к 90% [1]. Этот прогресс был достигнут не за счет одного препарата, а благодаря десятилетиям клинических исследований, в которых последовательно совершенствовались схемы полихимиотерапии, поддерживающее лечение и стратификация риска.

Современное лечение ОЛЛ включает несколько этапов: индукцию ремиссии, консолидацию, интенсификацию, профилактику нейрорлейкоза и длительную поддерживающую терапию. На разных этапах применяются глюкокортикостероиды, винкристин, аспарагиназа, антрациклины, метотрексат, меркаптопурин и другие препараты. Важно подчеркнуть, что химиотерапия при ОЛЛ сегодня – это не просто «старый» метод лечения, а результат многолетней научной оптимизации. Протоколы позволили определить, кому необходимо усиление терапии, а у каких пациентов можно снижать дозу препаратов без потери эффективности. Кроме того, лечение ОЛЛ все больше зависит от молекулярных характеристик лейкоэмических клеток. Например, при Ph-like ОЛЛ молекулярный анализ может выявлять нарушения, активирующие киназные сигнальные пути, что открывает возможность подбора таргетной терапии [1].

При рецидивирующем и рефрактерном В-линейном ОЛЛ появились новые иммунологические подходы, включая биспецифические антитела и CAR-T-клеточную терапию. CAR-T-терапия особенно хорошо демонстрирует высокотехнологичность современной детской онкологии. Это не классический лекарственный препарат, а индивидуальный клеточный продукт: у пациента получают Т-лимфоциты, генетически модифицируют их, размножают в лабораторных условиях, и затем возвращают пациенту. Такая терапия требует клеточного производства, молекулярного контроля, клинического мониторинга иммунологических осложнений и командной работы специалистов разных профилей.

Нейробластома показывает другой путь развития детской онкологии – путь мультимодального лечения солидной опухоли. Это одна из наиболее частых экстракраниальных солидных опухолей у детей раннего возраста. Заболевание отличается выраженной биологической неоднородностью: у части пациентов прогноз благоприятный, тогда как нейробластома высокого риска остается агрессивной опухолью. Риск определяется не только стадией, но и возрастом, гистологией, молекулярными характеристиками опухоли [2].

Современное лечение нейробластомы высокого риска включает индукционную полихимиотерапию, хирургическое удаление первичной опухоли, высокодозную химиотерапию с аутологичной трансплантацией гемопоэтических стволовых клеток (ТГСК), лучевую терапию, анти-GD2-иммунотерапию и изотретиноин [2]. На этапе индукции применяются интенсивные схемы химиотерапии, включающие препараты платины, алкилирующие агенты, ингибиторы топоизомеразы, антрациклины и винка-алкалоиды.

Хирургическое лечение обычно проводится после нескольких циклов химиотерапии, когда опухоль уменьшилась и ее удаление становится безопаснее. После операции проводится консолидация: высокодозная химиотерапия с ауто-ТГСК и лучевая терапия на область первичной опухоли и остаточные очаги.

Одним из наиболее важных достижений в лечении нейробластомы стало внедрение анти-GD2-иммунотерапии. GD2 – антиген, экспрессируемый на поверхности клеток нейробластомы. Анти-GD2-антитела позволяют направить иммунный ответ против опухолевых клеток и сегодня входят в постконсолидационный этап лечения высокого риска [2]. Это пример того, как иммунотерапия стала частью стандартного лечения солидной опухоли у детей.

Кроме того, при нейробластоме развиваются радиофармацевтические и таргетные подходы. Например, I-131-MIBG-терапия использует способность клеток нейробластомы захватывать аналог норадреналина MIBG, связанный с радиоактивным йодом-131. При ALK-изменениях изучаются ALK-ингибиторы. Таким образом, нейробластома демонстрирует сочетание классической химиотерапии, хирургии, лучевой терапии, трансплантационных технологий, иммунотерапии и молекулярной стратификации [2].

Медуллобластома является примером того, как молекулярная диагностика изменила понимание опухолей центральной нервной системы у детей. Исторически лечение медуллобластомы строилось на максимальном безопасном удалении опухоли, краниоспинальном облучении и химиотерапии. Такой подход позволил улучшить выживаемость, но сопровождался серьезными поздними осложнениями, особенно у маленьких детей: нарушениями когнитивного развития, эндокринными расстройствами, снижением слуха, нарушением роста и риском вторичных опухолей.

Сегодня медуллобластома рассматривается не как одно заболевание, а как группа биологически различных опухолей. Выделяют основные молекулярные подгруппы: WNT, SHH, Group 3 и Group 4. Эти подгруппы различаются прогнозом, возрастным распределением, генетическими нарушениями и потенциальной чувствительностью

к терапии [3]. Это изменило саму тактику лечения: пациенты с одинаковым гистологическим диагнозом могут нуждаться в разных терапевтических подходах. Развитие секвенирования нового поколения (NGS) имеет принципиальное значение для такой стратификации. NGS позволяет выявлять мутации, перестройки, изменения сигнальных путей и молекулярные подтипы опухолей [4]. При WNT-медуллобластоме, имеющей благоприятный прогноз, изучаются подходы к снижению интенсивности терапии для уменьшения поздней токсичности. При SHH-активированной медуллобластоме рассматриваются препараты, воздействующие на SHH-сигнальный путь [4]. Для более агрессивных подгрупп необходимы новые стратегии лечения.

Развитие прецизионной медицины в детской онкологии показывает, что молекулярное профилирование становится центральным элементом диагностики и выбора терапии. При этом опухоли у детей имеют свои особенности: они часто содержат меньше точечных мутаций, чем опухоли взрослых, но для них важны хромосомные перестройки, изменения эпигенетической регуляции и нарушения сигнальных путей [3]. Поэтому детская прецизионная онкология требует не простого использования протоколов для взрослых, а собственных клинических исследований, педиатрических протоколов и специализированной лабораторной инфраструктуры.

На примере трех заболеваний видно, что современное лечение детской онкологии развивается в нескольких направлениях одновременно. ОЛЛ показывает значение протокольной химиотерапии, таргетной терапии и CAR-T-клеточных технологий. Нейробластома демонстрирует значение мультимодального лечения, включающего химиотерапию, операцию, лучевую терапию, ауто-ТГСК, анти-GD2-иммунотерапию и радиофармпрепараты. Медуллобластома показывает переход от диагноза, основанного преимущественно на морфологии, к молекулярной классификации и персонализации лечения.

Современная детская онкология является одной из наиболее научно-интенсивных и высокотехнологичных областей медицины. Улучшение выживаемости стало возможным благодаря кооперативным и рандомизированным клиническим исследованиям, развитию риск-адаптированных протоколов химиотерапии, совершенствованию хирургии и лучевой терапии, внедрению молекулярной диагностики, NGS, таргетных препаратов и иммунотерапии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hunger SP, Mullighan CG. Acute Lymphoblastic Leukemia in Children. *N Engl J Med.* 2015;373(16):1541–1552.
2. Krystal J, Foster JH. Treatment of High-Risk Neuroblastoma. *Children.* 2023;10(8):1302.
3. Northcott PA, Buchhalter I, Morrissy AS, et al. The whole-genome landscape of medulloblastoma subtypes. *Nature.* 2017;547(7663):311–317.
4. Forrest SJ, Geoerger B, Janeway KA. Precision medicine in pediatric oncology. *Curr Opin Pediatr.* 2018;30(1):17–24.

БИОГРАФИЯ

Я, Ким Валерия Геннадьевна, врач-специалист с 2021 г., ординатор по специальности “детская онкология” ФГБУ «НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева» с 2025 г. Область моих научных интересов включает клинические исследования, нейроонкология, гематологические заболевания у детей.

PEDIATRIC CANCER TREATMENT TODAY: PROTOCOL-BASED THERAPY, MOLECULAR TECHNOLOGIES, AND NEW TREATMENT MODALITIES

V.G. Kim

*Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology,
Oncology and Immunology, Moscow, Russia,
valeriya.kim@dgoi.ru*

This report discusses how pediatric cancer treatment has evolved from empirical therapy to protocol-based, risk-adapted, and biologically guided approaches. Modern treatment is no longer based only on tumor morphology. It increasingly depends on clinical trials, molecular tumor characteristics, response to therapy, and individual risk.

Using acute lymphoblastic leukemia, neuroblastoma, and medulloblastoma as examples, the report shows the role of chemotherapy protocols, surgery, radiation therapy, molecular technologies, targeted therapy, and immunotherapy. Acute lymphoblastic leukemia illustrates the success of clinical trials and optimized chemotherapy protocols [1]. Neuroblastoma demonstrates multimodal treatment, including chemotherapy, surgery, autologous stem cell transplantation, radiation therapy, anti-GD2 immunotherapy, and targeted approaches [2]. Medulloblastoma shows how molecular classification and next-generation sequencing have changed the understanding and treatment of pediatric CNS tumors [3, 4].

The main idea is that modern pediatric oncology is a highly scientific and technologically advanced field. Its future lies in curing more children while reducing treatment toxicity and preserving long-term quality of life.

REFERENCE

1. Hunger SP, Mullighan CG. Acute Lymphoblastic Leukemia in Children. *N Engl J Med.* 2015;373(16):1541–1552.
2. Krystal J, Foster JH. Treatment of High-Risk Neuroblastoma. *Children.* 2023;10(8):1302.
3. Northcott PA, Buchhalter I, Morrissy AS, et al. The whole-genome landscape of medulloblastoma subtypes. *Nature.* 2017;547(7663):311–317.
4. Forrest SJ, Geoerger B, Janeway KA. Precision medicine in pediatric oncology. *Curr Opin Pediatr.* 2018;30(1):17–24.

BIOGRAPHY

My name is Valeriya Kim, I'm a medical specialist since 2021 and a resident in pediatric oncology at the Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology since 2025. My scientific interests include clinical trials, neuro-oncology, and hematological diseases in children.

КАРДИОНЕВРОЛОГИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ У ЖЕЩИН С КАЛЬЦИНОЗОМ АРТЕРИЙ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ПО ДАННЫМ ОНКОМАММОСКРИНИНГА

И.В. Ким, Е.В. Бочкарева, Е.К. Бутина, О.В. Молчанова, О.М. Драпкина

***ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр терапии
и профилактической медицины» Минздрава России, Москва, Россия
ikim@gnicpm.ru***

Представлены данные о неблагоприятной прогностической значимости кальциноза артерий молочной железы в развитии инсульта у женщин, что подтверждает необходимость дальнейших исследований в области профилактической кардионеврологии.

Несмотря на устойчивую тенденцию к снижению показателей заболеваемости и смертности от инсульта, глобальное бремя этой болезни ежегодно увеличивается. Инсульт остается второй по значимости причиной смерти в мире и за последние 20 лет этот показатель увеличился на 47%, что приводит к крайне неблагоприятным долгосрочным медицинским и социальным последствиям [1]. В последние десятилетия женщины сталкиваются с непропорционально высокой смертностью и инвалидностью от инсульта. По данным Американской ассоциации сердца, инсульт является третьей по значимости причиной смерти у женщин по сравнению с пятым местом у мужчин [1]. Характерно, что распространенность инсульта выше среди мужчин, в то время как смертность варьируется в зависимости от возраста. Показано, что в молодом возрасте смертность от инсульта одинакова, в возрасте от 40 до 74 лет смертность выше у мужчин, а на протяжении всей взрослой жизни, начиная с 70 лет – женщины чаще умирают от инсульта, что обусловлено более высокой продолжительностью жизни и более высокой представленностью в группах старшего возраста [2].

Указанная закономерность отражает существующие различия во вкладе в развитие инсульта различных параметров исходного состояния организма и традиционных факторов риска инсульта, в зависимости от пола. Показано, что у женщин в среднем наблюдается более низкое функциональное состояние по сравнению с мужчинами. Так, на момент возникновения первого инсульта женщины оказываются старше на

5 лет, имеют более высокие показатели так называемой прединсультной инвалидности, чаще живут одни или оказываются вдовами и имеют более низкий доход. Поскольку у женщин большее преимущество в продолжительности жизни, инсульт возникает в более позднем возрасте, когда здоровье и способность к самостоятельной жизни уже подорваны, что усугубляет постинсультный период и инвалидность.

Ключевыми биологическими факторами риска инсульта, которые также сильнее связаны с возникновением инсульта у женщин являются: артериальная гипертензия, повышенный индекс массы тела и абдоминальное ожирение, фибрилляция предсердий, мигрень. Выделяют также ряд факторов риска инсульта, специфичных только для женщин: прием комбинированных оральных контрацептивов, пероральной менопаузальной гормональной терапии, репродуктивный период менее 30 лет, рождение 5 и более живых детей. В результате указанных особенностей, применение традиционных инструментов оценки риска у женщин приводит к недооценке риска сердечно-сосудистых осложнений и позднему началу профилактических мероприятий. В связи с этим, поиск новых биомаркеров, специфичных для женщин, является приоритетом женского здоровья.

Одним из наиболее перспективных является кальциноз артерий молочной железы (КАМЖ), легко выявляемый при маммографии и ассоциирующийся с высокой сердечно-сосудистой заболеваемостью и смертностью. Он представляет собой форму медиального сосудистого кальциноза, в артериях малого и среднего калибра и имеет вид параллельных линий («tram tracks»). КАМЖ легко выявляется на цифровой маммограмме в процессе скрининга рака молочной железы женщин старше 40 лет.

К настоящему времени за рубежом проведено значительное число исследований связи КАМЖ с инсультом, включающих крупные когорты женщин, прошедших скрининговую маммографию. В большинстве исследований, инсульт рассматривался в качестве одного из компонентов первичной комбинированной конечной точки (например, ишемическая болезнь сердца+инсульт), либо как вторичная конечная точка.

Наиболее крупное исследование, в котором изучена связь КАМЖ с инсультом как первичной конечной точкой, включало 12761 женщину 40-79 лет. Инсульт подтверждался выписками из стационара и свидетельствами о смерти с указанием кода заболевания. Длительность наблюдения составила 24,8 года. По данным многофакторного анализа у женщин с КАМЖ шанс ишемического инсульта увеличивался в 1,4 раза, также у лиц с кальцинозом наблюдалось увеличение частоты геморрагического инсульта в 1,54 раза и транзиторной ишемической атаки в 1,42 раза, но оно не достигло статистической значимости [3]. В исследовании Ahn KJ и соавт. получены убедительные доказательства связи КАМЖ с изменениями вещества головного мозга, объективно подтвержденными с помощью магнитно-резонансной томографии. Определялось наличие микрососудистых ишемических изменений в виде участков повышенной интенсивности в белом веществе и перивентрикулярной зоне, являющихся предшественниками инсульта. ОШ для участков белого вещества составляло 6,86, для перивентрикулярных областей – 9,04 [4]. Более свежее исследование также показало,

что наличие КАМЖ увеличивало шанс инсульта в 5 раз при 10-летнем проспективном наблюдении [5]. Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что КАМЖ имеет несомненную связь с увеличением частоты развития инсульта.

Показано, что КАМЖ связан с медиальной кальцификацией других сосудистых областей, который приводит к повышению артериальной жесткости, а также ограничивая способность поврежденного сосуда к расширению, приводит к ускорению процессов атеросклеротического стенозирования, в частности сонных артерий. Исследования по изучению связи атеросклероза сонных артерий с КАМЖ немногочисленны. Наиболее известны 2 работы, где обследованы женщины без цереброваскулярных заболеваний в анамнезе. В исследовании Sedighi N и соавт., включающем 204 женщины, отмечено, что у женщин с КАМЖ вероятность каротидного атероматоза была в 3 раза выше, чем у женщин без данной патологии [6]. Аналогичные данные получены в меньшей по численности группе, где у женщин с КАМЖ атеросклеротические бляшки были выявлены в 22,9 раз чаще, чем при отсутствии кальциноза [7].

Дуплексное сканирование сонных артерий – наиболее широко известный и хорошо зарекомендовавший себя неинвазивный метод оценки бессимптомного атеросклероза, являющегося предиктором ишемического инсульта. Важным аспектом исследования доклинического атеросклероза сонных артерий с помощью дуплексного сканирования является определение параметров атеросклеротической нагрузки, продемонстрировавших высокую прогностическую значимость. Наиболее значимыми в практическом отношении представляются такие ультразвуковые маркеры, как количество атеросклеротических бляшек, максимальный стеноз и средний стеноз.

В ФГБУ «НМИЦ терапии и профилактической медицины» Минздрава России разработан диагностический комплекс на основе ультразвуковых маркеров атеросклеротической нагрузки, и оценена его связь с КАМЖ [8]. В исследование «случай-контроль» включено 198 женщин 40-74 лет, выполнивших скрининговую или профилактическую цифровую маммографию. Предварительный анализ различных моделей математической регрессии, включающих параметры атеросклеротической нагрузки, позволил выбрать 3 переменные, обладающие наилучшей статистической значимостью в различиях по группам: «количество атеросклеротических бляшек» с отрезной точкой > 2 , «максимальный стеноз» с отрезной точкой 45%, «средний стеноз» с отрезной точкой 25%. На основе ультразвуковых маркеров сформирован диагностический комплекс с присвоением для каждой комбинации балла. При сравнении величины среднего значения диагностического комплекса получено, что степень атеросклеротической нагрузки была значимо выше у лиц с кальцинозом. Однофакторный анализ с включением изученных маркеров, факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний и сопутствующих заболеваний показал, что при величине диагностического комплекса > 2 баллов вероятность наличия КАМЖ у женщин увеличивается в 4 раза [8].

Заключение. Продemonстрированная в исследованиях положительная связь КАМЖ с наличием и степенью тяжести бессимптомного атеросклероза сонных артерий – признанного маркера высокого сердечно-сосудистого риска – подтверждает необходимость дальнейших исследований неблагоприятной прогностической роли этой формы сосудистого кальциноза. Принимая во внимание увеличение риска инсульта, а также наибольшую представленность КАМЖ у женщин в группах среднего и старшего возраста, можно полагать, что определение КАМЖ в процессе онкоматмоскрининга позволит дополнительно выявить женщин, нуждающихся в профилактике инсульта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Martin SS, Aday AW, Allen NB, et al. American Heart Association Council on Epidemiology and Prevention Statistics Committee and Stroke Statistics Committee. 2025 Heart Disease and Stroke Statistics: A Report of US and Global Data From the American Heart Association. *Circulation*. 2025;151(8):e41-e660.
2. Kathryn M. Rexrode. The Impact of Sex and Gender on Stroke. *Circ Res*. 2022;130(4):512-528.
3. Iribarren C, Go AS, Tolstykh I, et al. Breast vascular calcification and risk of coronary heart disease, stroke, and heart failure. *J Women's Health*. 2004;13:381-389.
4. Ahn KJ, Kim YJ, Cho HJ, et al. Correlation between breast arterial calcification detected on mammography and cerebral artery disease. *Arch Gynecol Obstet*. 2011;284(4):957-964.
5. Nudy M, Asmaro R, Jiang X, Schnatz PF. The association between incidentally found breast arterial calcification on routine screening mammography and the development of coronary artery disease and stroke: results of a 10-year prospective study. *Menopause*. 2022;29(12):1375-1380.
6. Sedighi N, Radmard AR, Radmehr A, et al. Breast arterial calcification and risk of carotid atherosclerosis: focusing on the preferentially affected layer of the vessel wall. *Eur J Radiol*. 2011;79:250-256.
7. Yağtu M. Evaluating the Association between Breast Arterial Calcification and Carotid Plaque Formation. *J Breast Health*. 2015;11(4):180-185.
8. Ким И.В., Бочкарева Е.В., Бутина Е.К., и др. Кальциноз артерий молочной железы и атеросклеротическая нагруженность сонных артерий у женщин. Рациональная фармакотерапия в кардиологии. 2024; 20(3):302-308.

БИОГРАФИЯ

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

CARDIONEUROLOGICAL DISORDERS IN WOMEN WITH BREAST ARTERIAL CALCIFICATION IDENTIFIED BY SCREENING MAMMOGRAPHY

I.V. Kim, E.V. Bochkareva, E.K. Butina, O.V. Molchanova, O.M. Drapkina

*Federal State Institution National Medical Research Center for Therapy
and Preventive Medicine, Moscow, Russia, ikim@gnicpm.ru*

Despite a steady decline in stroke incidence and mortality rates, the global burden of this disease increases annually. In recent decades, women face disproportionately high mortality and disability from stroke. Key biological stroke risk factors, which are also more strongly associated with stroke in women, include hypertension, increased body mass index and abdominal obesity, atrial fibrillation, and migraine. A number of risk factors specific to women have also been identified: use of combined oral contraceptives, oral menopausal hormone therapy, being in the reproductive stage before age 30, and having five or more live births. As a result of these characteristics, the use of traditional risk assessment tools in women leads to underestimation of the risk of cardiovascular outcomes and delayed initiation of preventive measures. Therefore, the search for new biomarkers specific to women is a priority for women's health.

One of the most promising is breast artery calcification (BAC), easily detected by mammography and associated with high cardiovascular morbidity and mortality. A significant number of studies demonstrated that women with BAC had a significantly higher risk of stroke compared with those without BAC [1-3].

The Federal State Budgetary Institution "National Medical Research Center for Therapy and Preventive Medicine" of the Russian Ministry of Health has developed a diagnostic complex based on ultrasound markers, to assess the degree of atherosclerotic burden of the carotid arteries [4]. Differences in diagnostic complex parameters were revealed between groups of women with and without BAC: diagnostic complex > 2 points increases the chance of having BAC. The demonstrated connection between BAC and asymptomatic atherosclerosis of the carotid arteries indicates the prospects for using this form of vascular calcification as a gender-specific marker of cardiovascular diseases in women.

REFERENCE

1. Iribarren C, Go AS, Tolstykh I, et al. Breast vascular calcification and risk of coronary heart disease, stroke, and heart failure. *J Women's Health*. 2004;13:381-389.
2. Ahn KJ, Kim YJ, Cho HJ, et al. Correlation between breast arterial calcification detected on mammography and cerebral artery disease. *Arch Gynecol Obstet*. 2011;284(4):957-964.
3. Nudy M, Asmaro R, Jiang X, Schnatz PF. The association between incidentally found breast arterial calcification on routine screening mammography and the development of coronary artery disease and stroke: results of a 10-year prospective study. *Menopause*. 2022;29(12):1375-1380.
4. Kim I.V., Bochkareva E.V., Butina E.K., Molchanova O.V., Filichkina E.M., Yarovaya E.B., Drapkina O.M. Breast arterial calcification and carotid arteries atherosclerotic load in women. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2024;20(3):302-308.

BIOGRAPHY

My name is Irina Kim. 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 Therapy and Preventive Medicine, Moscow, Russian Federation. My position is research associate of department of Primary prevention of chronic noncommunicable diseases in the healthcare system. I received my PhD degree in 2015. My research interests include cardiology, therapy, prevention, non-communicable disease, primary health care, and general practice.

ВЛИЯНИЕ ФИТОКОМПОЗИЦИИ НА КОМПОНЕНТЫ ВНЕКЛЕТОЧНОГО МАТРИКСА ПЕЧЕНИ КРЫС, ПОЛУЧАВШИХ ВЫСОКОЖИРОВУЮ ДИЕТУ

Л.Б. Ким, А.Н. Путяткина, Г.С. Русских

*ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр фундаментальной
и трансляционной медицины», Новосибирск, Россия,
lbkim@frcftm.ru*

Аннотация. Содержание крыс Вистар на высокожировой диете (ВЖД) в течение 4 и 7 недель приводило к изменению структуры внеклеточного матрикса (ВКМ) печени с развитием фиброза. Одновременное содержание животных на ВЖД с добавлением фитокомпозиции вызвало изменения в обмене компонентов ВКМ, снижение выраженности фиброза и тканевой гипоксии.

Введение. Нарастающая в последние годы эпидемия ожирения, особенно абдоминальная форма, становится тяжелым финансовым бременем не только всей мировой системы здравоохранения, но и каждого пациента в частности. Ожирение является фактором риска развития многих хронических заболеваний, в том числе сахарного диабета 2 типа, сердечно-сосудистых заболеваний [1], метаболического синдрома [2], неалкогольной жировой болезни печени [3].

Известно, что печень обладает удивительной способностью к регенерации, однако хронические и тяжелые повреждения приводят к нарушению структуры и функции печени, дисбалансу в системе регуляции обмена внеклеточного матрикса (ВКМ), развитию и прогрессированию фиброза органа [4]. Следствием фиброза печени является цирроз, который занимает 11 место как причина смерти во всем мире [5], что указывает на необходимость глубокого изучения патогенеза и возможных путей снижения фиброза, разработки эффективных антифибротических препаратов. Использование известных антифибротических средств небезопасно, поскольку они имеют строгие показания и множество серьезных побочных эффектов. Речь идет о двух антифибротических препаратах (нинтеданиб, пирфенидон), которые предназначены для лечения

идиопатического фиброза лёгких, обладают характерными побочными действиями. Речь идет о двух антифибротических препаратах (нинтеданиб, пирфенидон) предназначенных для лечения идиопатического фиброза лёгких и обладающих побочными действиями.

В литературе сообщается, что фиброз печени можно замедлить с помощью лекарственных растений, их биологически активных компонентов и экстрактов, которые подавляют активацию гепатоцитов и уменьшают отложение ВКМ, воздействуя на матриксные металлопротеиназы (ММП) и связанные с ними механизмы [6].

При ожирении избыточное накопление жирных кислот способствует развитию стеатоза и воспаления печени [7], которые в свою очередь вызывают изменение структуры, состава и количества компонентов ВКМ (коллагенов, гликозаминогликанов (ГАГ), гликопротеинов и локальных регуляторов (ММП/тканевые ингибиторы металлопротеиназ)), с формированием фиброза и цирроза, нарушением функции органа, проявляющиеся снижением качества жизни.

Фитохимические вещества признаны во всем мире как перспективные соединения для лечения широкого спектра заболеваний, в том числе фиброза печени. Результаты экспериментальных исследований, полученные при моделировании фибротического процесса, демонстрируют возможность и целесообразность применения растительных средств для лечения фиброза. Подавление фиброза наблюдали при использовании фитохимических соединений, полученных из барбариса в модели доксорубицин-индуцированного повреждения миокарда [8], маки перуанской в модели легочного фиброза [9], бергамота и диоскореи при фиброзе печени, вызванном четыреххлористым углеродом [5]. В литературе не представлены данные об использовании растительных средств при фиброзе, связанном с ожирением, а также – эффективность их применения в виде фитокомпозиции (ФК).

Цель работы заключается в изучении влияния ФК из растительных экстрактов (бергамота, диоскореи, барбариса и маки перуанской) на обмен основных компонентов ВКМ печени крыс, получавших высокожировую диету.

Методы и материалы. Исследование выполнено на крысах Вистар ($n = 81$, масса 240–280 г), полученных из биопитомника ООО «СМК Стезар» (Владимир). После недельного периода адаптации разделили на 4 группы: 1-я – контрольные животные, получавшие стандартную диету вивария (СтД, $n = 18$); 2-я – крысы, содержащиеся на СтД и получавшие ФК (СтД+ФК, $n = 18$); 3-я – крысы, получавшие высокожировую диету (ВЖД), в которой жир составлял 36% калорийности за счет добавления в рацион топленого свиного сала (ВЖД, $n = 21$), 4-я – крысы, получавшие ВЖД и ФК (ВЖД+ФК, $n = 24$).

На 4 и 7 неделе крыс выводили из эксперимента, извлекали печень, готовили 10% гомогенаты, аликвоты хранили при -70°C . Определяли содержание сульфатированных ГАГ (сГАГ) [10], фракций гидроксипролина (ГОП) – свободного ГОП (свГОП) и белково-связанного ГОП (белГОП) [11]. О регуляции метаболизма ГАГ судили по активности гиалуронидаз [12].

Для статистической обработки полученных результатов использовали пакет прикладных программ Statistica v. 10,0 («StatSoft Inc.», США). Результаты исследования были проверены на нормальность распределения с использованием критерия Колмогорова–Смирнова. В случае отсутствия нормального распределения использовали *H*-критерий Краскела–Уоллиса. Для поправки на множественность сравнений использовали поправку Бонферрони. Исследование связей между признаками осуществлялось с помощью расчёта ранговой корреляции Спирмена. Результаты представляли в виде медианы (Me), нижнего и верхнего квартилей (Q1; Q3). Уровень статистической значимости принимали соответствующим $p \leq 0,05$.

Результаты. У крыс группы СтД+ФК было повышено содержание белГОП через 7 недель эксперимента относительно группы контроля.

У крыс группы ВЖД через 7 недель эксперимента выявлено увеличение содержания свГОП и более значимое увеличение белГОП относительно группы контроля. Через 4 недели было повышено содержание сГАГ относительно данных группы СтД+ФК. Увеличение содержания сГАГ через 4 недели и сниженная активность гиалуронидаз, значимая через 7 недель, предполагает накопление гиалуронана – маркера фиброза. Увеличение фракций ГОП через 7 недель свидетельствует об активации обмена коллагенов, при этом 6-кратное увеличение белГОП и 2-кратное увеличение свГОП отражает превалирование фиброгенеза над фибролизом. Корреляционный анализ выявил положительную связь белГОП с содержанием сГАГ и активностью гиалуронидаз через 4 недели.

У крыс группы ВЖД+ФК через 7 недель наблюдали увеличение свГОП относительно группы контроля, снижение содержания белГОП в 2,7 раза относительно группы ВЖД. В этой группе животных через 7 недель активность гиалуронидаз была выше относительно данных группы ВЖД, и не отличалась от данных группы контроля, что означает снятие ингибирования активности ферментов, вызванных ВЖД. Корреляционный анализ продемонстрировал положительную связь активности гиалуронидаз с белГОП через 4 недели и со свГОП через 7 недель.

Заключение. У крыс, получавших ВЖД, активируется обмен компонентов ВКМ с преобладанием фиброгенеза над фибролизом. Усиление обмена коллагенов происходило на фоне ингибирования активности гиалуронидаз. Введение ФК не влияло на активность гиалуронидаз. У крыс, получавших ВЖД+ФК, снизились эффекты ВЖД и проявилось влияние ФК на ремоделирование ВКМ на уровне реакций синтеза и деградации его компонентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bays H.E., Bindlish S., Clayton T.L. Obesity, diabetes mellitus, and cardiometabolic risk: an Obesity Medicine Association (OMA) Clinical Practice Statement (CPS) 2023. *Obes. Pillars.* 2023;5:100056. DOI: 10.1016/j.obpill.2023.100056.
2. Osorio-Conles Ó., Olbeyra R., Vidal J. et al. Expression of adipose tissue extracellular matrix-related genes predicts weight loss after bariatric surgery. *Cells.* 2023;12(9):1262. DOI: 10.3390/cells12091262.

3. Lefere S., Van Steenkiste C., Verhelst X. et al. Hypoxia-regulated mechanisms in the pathogenesis of obesity and non-alcoholic fatty liver disease. *Cell. Mol. Life Sci.* 2016;73(18):3419-3431. DOI: 10.1007/s00018-016-2222-1.
4. Lafoz E., Ruat M., Anton A. et al. The endothelium as a driver of liver fibrosis and regeneration. *Cells.* 2020;9(4):929. doi: 10.3390/cells9040929.
5. Sabir U., Gu H.M., Zhang D.W. Extracellular matrix turnover: phytochemicals target and modulate the dual role of matrix metalloproteinases (MMPs) in liver fibrosis. *Phytother Res.* 2023;37(11):4932-4962. DOI: 10.1002/ptr.7959.
6. Duval F., Moreno-Cuevas J.E., González-Garza M.T. et al. Protective mechanisms of medicinal plants targeting hepatic stellate cell activation and extracellular matrix deposition in liver fibrosis. *Chin. Med.* 2014;9(1):27. DOI: 10.1186/s13020-014-0027-4.
7. Baldini F., Diab F., Serale N. et al. Adipocyte-hepatocyte crosstalk in cellular models of obesity: Role of soluble factors. *Life Sciences. Life Sci.* 2023;317:121464. DOI: 10.1016/j.lfs.2023.121464.
8. Wang Y., Liao J., Luo Y. et al. Berberine alleviates doxorubicin-induced myocardial injury and fibrosis by eliminating oxidative stress and mitochondrial damage via promoting Nrf-2 pathway activation. *Int. J. Mol. Sci.* 2023;24(4):3257. DOI: 10.3390/ijms24043257.
9. Ruiz Toledo R.J., Moleros Ingunza M.C., Altamirano Lazo Y., Pinto Salina M.A. Efecto antifibrótico de *Lepidium peruvianum* en un modelo de fibrosis pulmonar inducida con nanosílice en ratas. *Rev. Peru. Med. Integrativa.* 2018;3(2):63-70. DOI: 10.26722/rpmi.2018.32.83.
10. Oke S.L., Hurtig M.B., Keates R.A. et al. Assessment of three variations of the 1,9-dimethyl-methylene blue assay for measurement of sulfated glycosaminoglycan concentrations in equine synovial fluid. *Am. J. Vet. Res.* 2003; 64(7):900-906. DOI: 10.2460/ajvr.2003.64.900.
11. Путятин А.Н., Ким Л.Б., Русских Г.С. Оценка метаболизма коллагенов при экспериментальном БЦЖ-индуцированном туберкулёзном воспалении. *Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. мед. наук.* 2024; 21(1):62-67. DOI: 10.29235/1814-6023-2024-21-1-62-67.
12. Isman F.K., Kucur M., Baysal B., Ozkan F. Evaluation of serum Hyaluronic acid level and hyaluronidase activity in acute and chronic hepatitis C. *J. Int. Med. Res.* 2007; 35(3):346-352. DOI: 10.1177/147323000703500309.

БИОГРАФИЯ

Я, Лена Борисовна Ким, 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. Специализируюсь в области физиологии, патофизиологии, гликобиологии, клинической биохимии, экологии человека. Область моих научных интересов составляет изучение механизмов развития социально значимых (туберкулез, ожирение, сахарный диабет 2 типа) и возраст-связанных заболеваний. Интерес представляет также исследование процессов адаптации и преждевременного старения человека в Арктике.

**THE EFFECT OF PHYTOCOMPOSITION ON THE COMPONENTS
OF THE EXTRACELLULAR MATRIX OF THE LIVER OF RATS FED
A HIGH-FAT DIET**

L.B. Kim, A.N. Putyatina, G.S. Russian

*Federal Research Center for Fundamental and Translational Medicine (FRC FTM),
Novosibirsk, Russia, lbkim@frcftm.ru*

Many systems and organs are affected by obesity. This is evidenced by the frequent combination of obesity with cardiovascular, endocrine diseases, and disorders of the musculoskeletal system. The liver, which is directly involved in the regulation of fat metabolism, is characterized by the early development of steatosis, steatohepatitis, as a stage of non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD). At all stages of NAFLD development, disorders of the extracellular matrix (ECM) structure and liver function occur, an imbalance in the ECM metabolism regulation system, and the development and progression of organ fibrosis.

It is reported in the literature that liver fibrosis can be slowed down with the help of medicinal plants, their biologically active components and extracts that inhibit the activation of hepatocytes and reduce the deposition of ECM. However, these data were obtained in experimental models, usually obtained by administration of doxorubicin and carbon tetrachloride to animals, and there is no data on the use of herbal remedies for obesity-related fibrosis, as well as the effectiveness of their use in the form of phytocomposition (PhC).

In this regard, the purpose of the work is to study the effect of a PhC of plant extracts on the metabolism of the main components of liver ECM in rats fed a high-fat diet (HFD).

In the work, PhC was used, consisting of extracts of bergamot, dioscorea, barberry and Peruvian maca. The main components of ECM were evaluated in rat liver homogenates: hydroxyproline fractions (HOP), hyaluronidase activity, and sulfated glycosaminoglycans (sGAG). After 7 weeks of the experiment, the rats treated with HFD showed signs of fibrosis in terms of the ratio of HOP fractions and a decrease in the activity of hyaluronidases. The addition of PhC to HFD was manifested by increased degradation of collagens and a decrease in their synthesis.

Thus, in rats treated with HFD, the exchange of ECM components is activated with the predominance of fibrogenesis over fibrolysis. Increased collagen metabolism occurred against the background of inhibition of hyaluronidase activity. In rats treated with HFD+PhC, the effects of HFD decreased and the influence of PhC on the processes of ECM remodeling at the level of synthesis reactions and degradation of its components was manifested.

REFERENCE

1. Bays H.E., Bindlish S., Clayton T.L. Obesity, diabetes mellitus, and cardiometabolic risk: an Obesity Medicine Association (OMA) Clinical Practice Statement (CPS) 2023. *Obes. Pillars.* 2023;5:100056. DOI: 10.1016/j.obpill.2023.100056.

2. Osorio-Conles Ó., Olbeyra R., Vidal J. et al. Expression of adipose tissue extracellular matrix-related genes predicts weight loss after bariatric surgery. *Cells*. 2023;12(9):1262. DOI: 10.3390/cells12091262.
3. Lefere S., Van Steenkiste C., Verhelst X. et al. Hypoxia-regulated mechanisms in the pathogenesis of obesity and non-alcoholic fatty liver disease. *Cell. Mol. Life Sci*. 2016;73(18): 3419-3431. DOI: 10.1007/s00018-016-2222-1.
4. Lafoz E., Ruat M., Anton A. et al. The endothelium as a driver of liver fibrosis and regeneration. *Cells*. 2020;9(4):929. doi: 10.3390/cells9040929.
5. Sabir U., Gu H.M., Zhang D.W. Extracellular matrix turnover: phytochemicals target and modulate the dual role of matrix metalloproteinases (MMPs) in liver fibrosis. *Phytother Res*. 2023;37(11):4932-4962. DOI: 10.1002/ptr.7959.
6. Duval F., Moreno-Cuevas J.E., González-Garza M.T. et al. Protective mechanisms of medicinal plants targeting hepatic stellate cell activation and extracellular matrix deposition in liver fibrosis. *Chin. Med*. 2014;9(1):27. DOI: 10.1186/s13020-014-0027-4.
7. Baldini F., Diab F., Serale N. et al. Adipocyte-hepatocyte crosstalk in cellular models of obesity: Role of soluble factors. *Life Sciences. Life Sci*. 2023;317:121464. DOI: 10.1016/j.lfs.2023.121464.
8. Wang Y., Liao J., Luo Y. et al. Berberine alleviates doxorubicin-induced myocardial injury and fibrosis by eliminating oxidative stress and mitochondrial damage via promoting Nrf-2 pathway activation. *Int. J. Mol. Sci*. 2023;24(4):3257. DOI: 10.3390/ijms24043257.
9. Ruiz Toledo R.J., Moleros Ingunza M.C., Altamirano Lazo Y., Pinto Salina M.A. Efecto antifibrótico de *Lepidium peruvianum* en un modelo de fibrosis pulmonar inducida con nanosílice en ratas. *Rev. Peru. Med. Integrativa*. 2018;3(2):63-70. DOI: 10.26722/rpmi.2018.32.83.
10. Oke S.L., Hurtig M.B., Keates R.A. et al. Assessment of three variations of the 1,9-dimethyl-methylene blue assay for measurement of sulfated glycosaminoglycan concentrations in equine synovial fluid. *Am. J. Vet. Res*. 2003; 64(7):900-906. DOI: 10.2460/ajvr.2003.64.900.
11. Путятин А.Н., Ким Л.Б., Русских Г.С. Оценка метаболизма коллагенов при экспериментальном БЦЖ-индуцированном туберкулёзном воспалении. *Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. мед. наук*. 2024; 21(1):62-67. DOI: 10.29235/1814-6023-2024-21-1-62-67.
12. Isman F.K., Kucur M., Baysal B., Ozkan F. Evaluation of serum Hyaluronic acid level and hyaluronidase activity in acute and chronic hepatitis C. *J. Int. Med. Res*. 2007; 35(3):346-352. DOI: 10.1177/147323000703500309.

BIOGRAPHY

My name is Lena Borisovna Kim. I work as a chief researcher and group leader at the Federal Research Center for Fundamental and Translational Medicine (FRC FTM, Novosibirsk). Doctor of Medical Sciences since 2000. I specialize in physiology, pathophysiology, glycobiology, clinical biochemistry, and human ecology. My research interests include studying the mechanisms of development of socially significant (tuberculosis, obesity, type 2 diabetes mellitus) and age-related diseases. It is also of interest to study the processes of adaptation and premature aging of humans in the Arctic.

СОВРЕМЕННЫЕ ОТКРЫТЫЕ НАБОРЫ ДАННЫХ РЕНТГЕНОГРАММ ОРГАНОВ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАКЛЮЧЕНИЙ

А.Э. Пан¹, С.В. Аксёнов²

¹ *Национальный исследовательский Томский государственный университет,
Томск, Россия, tolikpan0403@gmail.com*

² *Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Томск, Россия, axoepnowsw@tpu.ru*

Представлен сравнительный анализ крупнейших открытых наборов данных рентгенограмм грудной клетки для обучения моделей автоматической генерации медицинских заключений. Проанализированы характеристики корпусов, системные смещения в данных и барьеры кросс-языковой адаптации к русскоязычной практике.

Введение. За последние годы алгоритмы глубокого обучения доказали свою высокую результативность в сфере анализа медицинских изображений. Исторически фокус внимания исследователей был смещен в сторону задач детекции и классификации (как бинарной, так и многоклассовой) [1]. Тем не менее, рутинный диагностический процесс устроен сложнее: итогом интерпретации снимка врачом-рентгенологом служит не дискретный набор меток, а полноценный текстовый протокол, в котором подробно описываются характер выявленных изменений, их анатомическое расположение и общая клиническая картина. Развитие архитектур типа CNN-Transformer (где CNN – сверточная нейронная сеть) и мультимодальных моделей (Vision-Language Models) сделало возможным автоматическое формирование таких текстов (задача Image-to-Text) [2]. Ключевым ограничением для разработки точных нейросетевых моделей в этой области является доступность и качество обучающих выборок. Строгие правила защиты персональных данных пациентов делают создание масштабных корпусов формата «Изображение – Заключение» крайне сложной задачей.

Обучение и оценка таких моделей сильно зависят от доступных наборов данных (датасетов). До сих пор большинство методов обучаются на ограниченном числе публичных коллекций, таких как MIMIC-CXR, IU X-Ray, CheXpert. Эти наборы данных отражают определенные демографические и клинические особенности, и модели, обученные на них, часто показывают слабую переносимость на «нестандартные» данные (различные больницы, группы пациентов, виды проекций). Например, Salhi и Akhloufi указывают, что современные модели плохо распознают редкие патологии и с трудом работают с боковыми рентгенограммами, поскольку датасеты преимущественно содержат прямые снимки распространенных состояний [2]. Понимание характеристик существующих наборов данных необходимо для выбора подходящей базы и формирования рекомендаций по их объединению или предобработке.

Целью данной работы является систематизация и сравнительный анализ основных открытых наборов данных рентгенограмм грудной клетки. Основное внимание уделя-

ется следующим аспектам: размеру данных (числу снимков, пациентов, исследований), формату изображений, языку и структуре заключений, типу и качеству аннотаций (ручная разметка или автоматически извлеченные метки), сбалансированности классов патологий, а также условиям лицензирования и требованиям к предобработке данных. На основе этих критериев формулируются обобщающие выводы о том, какие особенности датасетов способствуют более эффективной генерации корректных заключений, а какие – затрудняют перенос моделей между разными наборами данных.

Материалы и методы. В рамках данной работы были собраны данные из официальных источников и ключевых публикаций для каждого рассматриваемого набора [2, 3, 4, 5, 6]. Характеристики датасетов извлечены из их официальных описаний и статей: размер, формат (Digital Imaging and Communications in Medicine – DICOM/PNG/JPEG), виды проекций (заднепередняя – PA, переднезадняя – AP, боковая – LAT и др.), язык заключений, наличие структурированных меток и метод их получения.

IU X-Ray (Open-I) – исторически важный набор данных из Индианского университета. Он содержит 7 470 снимков (прямых и боковых) и 3 955 деидентифицированных врачебных заключений на английском [2]. Заключения четко структурированы по разделам: «Показания» (Indication), «Сравнение» (Comparison), «Находки» (Findings) и «Заключение» (Impression); и аннотированы кодами Medical Subject Headings (MeSH) / RadLex. Набор относительно мал по размеру, но ценен тем, что предоставляет оригинальные текстовые заключения, удобные для проверки качества генерации. Часто используется как тестовый датасет для проверки обобщающей способности (генерализации) моделей. Данные доступны открыто через OpenI NLM (публичная лицензия США).

MIMIC-CXR (PhysioNet) – крупный американский датасет рентгенограмм органов грудной клетки. Версия v2.0 включает 377 110 изображений в формате DICOM и 227 835 исследований, собранных в больнице Beth Israel Deaconess (2011–2016) [3]. Каждое исследование содержит снимки и англоязычное заключение. Тексты написаны разными врачами в свободном стиле, что создает высокую вариативность терминологии. Данные деидентифицированы, но содержат слегка различающиеся характеристики (прямые/боковые проекции). На снимках часто присутствуют артефакты: трубки аппаратов искусственной вентиляции легких (ИВЛ), кардиостимуляторы, электроды электрокардиографии (ЭКГ). MIMIC-CXR часто используется как стандартный набор для обучения моделей генерации заключений благодаря объему и реалистичности клинического контента. Лицензия: свободный доступ через PhysioNet (необходима регистрация и согласие с условиями HIPAA).

CheXpert (Stanford AIMI) – крупный набор из Стэнфордской больницы. Содержит 224 316 рентгенограмм (РА/боковые проекции) от 65 240 пациентов (2002–2017) [4]. Заключения рентгенологов предоставляются, однако основная разметка – это 14 категорий заболеваний (включая «Без патологий»), извлеченных автоматически с помощью правил (labeler CheXpert) из текста заключения. Таким образом, CheXpert представляет собой структурированный датасет (изображения + бинарные метки), где метки имеют возможность «неопределенности». Валидационные и тестовые подмножества промаркированы вручную рентгенологами. Доступ: бесплатно для исследователей (требуется регистрация на сайте Stanford AIMI).

PadChest – крупнейший неанглоязычный корпус из Испании. Включает 160 868 снимков грудной клетки от 67 625 пациентов (Hospital San Juan, 2009–2017) [5]. Изображения представлены в DICOM (включая несколько видов проекции). Каждое исследование сопровождается свободным текстом врача на испанском и многоуровневой системой меток: 174 рентгенологических находки, 19 дифференциальных диагнозов и 104 локализации, сопоставленные стандарту Unified Medical Language System (UMLS). Около 27% заключений аннотировано вручную врачами, остальное – автоматически с помощью рекуррентных нейронных сетей (RNN) с последующей валидацией (0.93 Micro-F1). Доступ открыт для научных исследований.

VinDr-CXR (Vingroup Big Data Institute) – детализированный набор данных из Вьетнама. Содержит 18 000 рентгенограмм грудной клетки в формате DICOM, собранных в двух крупных госпиталях Ханоя в период с 2018 по 2020 год [6]. Оригинальные свободные тексты заключений не предоставляются, однако набор выделяется беспрецедентной по качеству пространственной разметкой: 22 локальные рентгенологические находки (строго аннотированы прямоугольными рамками – bounding boxes) и 6 глобальных дифференциальных диагнозов на уровне всего снимка. VinDr-CXR представляет собой высококачественный набор данных и идеальный для обучения механизмов визуального внимания (Visual Attention).

В табл. 1 приведена сводка ключевых характеристик рассматриваемых наборов данных, отражающая сравнение по размеру, языку, типу аннотаций и пр.

Таблица 1

Сравнительный анализ по атрибутам

Набор данных	MIMIC-CXR	IU X-Ray	CheXpert	PadChest	VinDr-CXR
Изобр. (кол-во)	377 110	7 470	224 316	160 868	18 000
Исследований (кол-во)	227 835	3 955	65 240	67 625	–
Язык заключения	англ.	англ.	англ.	исп.	англ.
Модальности / виды проекций	прямые + боковые	прямые + боковые	прямые + боковые	6 видов (РА, AP, LAT и др.)	прямые (РА)
Тип аннотации	Свободный текст	Свободный текст	Структурированные метки (14 obs)	Свободный текст + многоуровн. метки	Метки + bbox (6 диагнозов + 22 локализации)
Кол-во меток	– (NLP-метки)	MeSH/RadLex кодирование	14 (в т.ч. «Без патологий»)	193 (174 находки + 19 дифф.)	22
Лицензия / Доступ	Свободный (регистрация на PhysioNet)	Свободный (Public domain)	Свободный (регистрация на Stanford AIMI)	Свободный (по заявке)	Свободный (регистрация на PhysioNet)

Результаты. Качество текстовых заключений напрямую определяет верхний предел точности модели. В MIMIC-CXR тексты естественны, однако они содержат опечатки, индивидуальные сокращения врачей [3] и нерелевантную информацию (например, «снимок сделан в постели»). Напротив, метки обработки естественного языка (NLP) в CheXpert имеют уровень ошибки, заложенный самим алгоритмом извлечения (до 10-15% для сложных находок) [4].

Классовый дисбаланс ярко выражен во всех наборах. Нормальные снимки («No Finding») или рутинные находки (например, кардиомегалия) составляют от 50 до 70% выборки. Редкие заболевания (пневмоторакс, грыжи) встречаются нечасто. В результате нейросеть при генерации текста склонна игнорировать редкие патологии, выдавая безопасный шаблонный текст «Патологий не выявлено».

Доменное смещение (Domain Shift) – серьезная проблема. Данные из США (MIMIC) отражают местную демографию и протоколы сканирования. Модели, обученные на снимках пациентов реанимации (MIMIC), при тестировании на амбулаторных данных (IU X-Ray) показывают резкое падение качества (деградация метрик BLEU и ROUGE).

Главным барьером для российских исследователей является отсутствие открытого отечественного корпуса рентгенограмм с полнотекстовыми заключениями сопоставимого масштаба (аналога MIMIC-CXR). Для создания русскоязычных систем генерации в настоящее время применимы три стратегии:

Машинный перевод датасетов. Перевод текстовых заключений MIMIC-CXR на русский язык. Проблема заключается в искажении узкоспециализированной медицинской терминологии при автоматическом переводе.

Мультиязычные большие языковые модели (LLM). Использование предобученных моделей (напр., mT5, ruT5, mBART), которые "видят" англоязычные сканы, но генерируют ответ на русском языке.

Transfer Learning. Обучение базовой модели на английском/испанском корпусах с последующим дообучением (fine-tuning) на небольшой, вручную собранной локальной базе русскоязычных заключений.

Заключение. Наиболее подходящим инструментом для задачи генерации рентгенологических заключений сегодня является MIMIC-CXR благодаря масштабу и наличию полнотекстовых. Тем не менее, языковые барьеры, классовый дисбаланс патологий и шум в разметке требуют от исследователей применения сложных методов предобработки, взвешивания классов и архитектурных ухищрений.

Создание точных, устойчивых к смещениям и клинически достоверных моделей генерации текста для российской медицины потребует либо компиляции собственного масштабного корпуса, либо разработки инновационных методов кросс-языкового трансферного обучения (cross-lingual transfer learning).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Litjens G., Kooi T., Bejnordi B.E., Setio A.A.A., Ciompi F., Ghafoorian M., Van Der Laak J.A.W.M., Van Ginneken B., Sánchez C.I. A survey on deep learning in medical image analysis // Medical Image Analysis. – 2017. – Vol. 42. – P. 60–88. – DOI: 10.1016/j.media.2017.07.005.

2. Salhi M., Akhloufi M.A. Recent Progress in Deep Learning for Chest X-Ray Report Generation // BioMedInformatics. – 2026. – Vol. 6, no. 1. – P. 3. – DOI: 10.3390/biomedinformatics6010003.
3. Johnson A., Pollard T., Mark R., Berkowitz S., Horng S. MIMIC-CXR Database. – PhysioNet. – URL: <https://physionet.org/content/mimic-cxr/2.1.0/>.
4. Irvin J., Rajpurkar P., Ko M., Yu Y., Ciurea-Ilcus S., Chute C., Marklund H., Haghighi B., Ball R., Shpanskaya K., Seekins J., Mong D.A., Halabi S.S., Sandberg J.K., Jones R., Larson D.B., Langlotz C.P., Patel B.N., Lungren M.P., Ng A.Y. CheXpert: A Large Chest Radiograph Dataset with Uncertainty Labels and Expert Comparison. – 2019. – URL: <https://arxiv.org/abs/1901.07031>.
5. Bustos A., Pertusa A., Salinas J.-M., Iglesia-Vaya M. de la. PadChest: A large chest x-ray image dataset with multi-label annotated reports // Medical Image Analysis. – 2020. – Vol. 66. – P. 101797. – DOI: 10.1016/j.media.2020.101797.
6. Nguyen H.Q., Pham H.H., Linh Le Tuan, Dao M., Khanh Lam. VinDr-CXR: An open dataset of chest X-rays with radiologist annotations. – PhysioNet. – URL: <https://physionet.org/content/vindr-cxr/1.0.0/>.

БЮГРАФИЯ

Я, Пан Анатолий Эдуардович, работаю в области науки о данных, а также аналитике и специализируюсь на нейросетевом моделировании. Являюсь магистром с 2024 года. В данный момент обучаюсь в аспирантуре НИ ТГУ, (г. Томск) по специальности 2.3.5 Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей. Область моих научных интересов включает нейросетевое обучение, большие языковые модели.

MODERN OPEN CHEST X-RAY DATASETS FOR RADIOLOGY REPORT GENERATION

A.E. Pan¹, S.V. Axyonov²

¹ *National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia,
tolikpan0403@gmail.com*

² *National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia,
axoenows@tpu.ru*

Deep learning in medical imaging is shifting from discrete pathology classification [1] to the automated generation of comprehensive free-text reports using Vision-Language Models [2]. However, training such models requires massive "Image-Report" datasets, the creation of which is hindered by strict medical privacy regulations.

This study systematically analyzes major open chest X-ray datasets, evaluates their suitability for training report generation models, and identifies barriers to adapting these systems for Russian clinical practice.

Key datasets (MIMIC-CXR, IU X-Ray, CheXpert, PadChest, VinDr-CXR) were evaluated based on their volume, report language, annotation format, class balance, and accessibility.

The analysis shows that MIMIC-CXR (377k images, 227k English reports) is currently the gold standard due to its scale and realistic clinical narratives [3]. IU X-Ray offers highly structured but limited text data [2]. CheXpert [4] provides a massive image collection but only NLP-extracted labels without raw text. PadChest [5] is a vast Spanish corpus, while VinDr-CXR [6] excels in spatial annotations (expert bounding boxes) but lacks text reports.

Key challenges include severe class imbalance (up to 70% "No Finding" cases) and domain shift, where models trained on specific demographics (e.g., ICU patients) struggle with "non-standard" outpatient scans [2]. For Russian researchers, the primary barrier is the complete lack of a comparable domestic dataset. Potential solutions involve machine translation of English data, the use of multilingual LLMs, and cross-lingual transfer learning.

While MIMIC-CXR remains optimal for training, language barriers and data biases necessitate complex preprocessing. Creating accurate text generation models for Russian healthcare will heavily rely on advancing cross-lingual transfer learning techniques.

REFERENCE

1. Litjens G., Kooi T., Bejnordi B.E., Setio A.A.A., Ciompi F., Ghafoorian M., Van Der Laak J.A.W.M., Van Ginneken B., Sánchez C.I. A survey on deep learning in medical image analysis // *Medical Image Analysis*. – 2017. – Vol. 42. – P. 60–88. – DOI: 10.1016/j.media.2017.07.005.
2. Salhi M., Akhloufi M.A. Recent Progress in Deep Learning for Chest X-Ray Report Generation // *BioMedInformatics*. – 2026. – Vol. 6, no. 1. – P. 3. – DOI: 10.3390/biomedinformatics6010003.
3. Johnson A., Pollard T., Mark R., Berkowitz S., Horng S. MIMIC-CXR Database. – PhysioNet. – URL: <https://physionet.org/content/mimic-cxr/2.1.0/>.
4. Irvin J., Rajpurkar P., Ko M., Yu Y., Ciurea-Ilcus S., Chute C., Marklund H., Haghighi B., Ball R., Shpanskaya K., Seekins J., Mong D.A., Halabi S.S., Sandberg J.K., Jones R., Larson D.B., Langlotz C.P., Patel B.N., Lungren M.P., Ng A.Y. CheXpert: A Large Chest Radiograph Dataset with Uncertainty Labels and Expert Comparison. – 2019. – URL: <https://arxiv.org/abs/1901.07031>.
5. Bustos A., Pertusa A., Salinas J.-M., Iglesia-Vayá M. de la. PadChest: A large chest x-ray image dataset with multi-label annotated reports // *Medical Image Analysis*. – 2020. – Vol. 66. – P. 101797. – DOI: 10.1016/j.media.2020.101797.
6. Nguyen H.Q., Pham H.H., Linh Le Tuan, Dao M., Khanh Lam. VinDr-CXR: An open dataset of chest X-rays with radiologist annotations. – PhysioNet. – URL: <https://physionet.org/content/vindr-cxr/1.0.0/>.

BIOGRAPHY

I, Anatolii Eduardovich Pan, am engaged in the field of data science and analytics, with a specialization in neural network modeling. I have held a master's degree since 2024. Presently, I am pursuing postgraduate studies at the National Research Tomsk State University (TSU) in Tomsk, within the specialty 2.3.5 Mathematical and Software Support of Computing Systems, Complexes, and Computer Networks. My scientific interests encompass neural network training and large language models.

ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ШТАММОВ УГЛЕВОДОРОДОКИСЛЯЮЩИХ БАКТЕРИЙ

В.В. Тегай, Е.А. Богатыренко

*Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия,
tegai.vv@dvfu.ru, bogatyrenko.ea@dvfu.ru*

Проведена оценка факторов патогенности и антибиотикорезистентности штаммов углеводородокисляющих бактерий. Исследуемые штаммы безопасны и могут быть использованы в биотехнологии.

При создании не только эффективного, но и безопасного для окружающей среды биопрепарата, в основе которого лежит микробный компонент, необходимо проводить всестороннее исследование бактерий перед внесением в природную среду. Одним из основных фильтров по отбору микроорганизмов является биологическая безопасность штаммов для человека, животных и окружающей среды [1]. Поэтому особое внимание заслуживает проверка факторов патогенности и вирулентности. Присутствие патогенных микроорганизмов и/или продуктов их метаболизма может привести к нарушению естественного микробного сообщества или вторичному загрязнению территории, что нанесет экологический и экономический ущерб. Внесение непроверенных микроорганизмов, например, в составе органического удобрения, способствует локальной концентрации мобильных генетических элементов, а также увеличивает частоту горизонтального переноса генов в экосистеме [2].

Вследствие вышеперечисленного, возникает необходимость оценки различных свойств микроорганизмов перед их внесением в природную среду. Цель работы – проверить биологическую безопасность штаммов углеводородокисляющих бактерий.

В работе использовали штаммы углеводородокисляющих бактерий из коллекции Научно-исследовательской лаборатории морской микробиологии Института Мирового океана (Школы) Дальневосточного федерального университета (ДВФУ): *Rhodococcus* sp. 1A, *Rhodococcus* sp. 3B, *Pseudomonas* sp. 25. Для оценки биологической безопасности бактерий исследовали следующее: адгезивные свойства по методике В. И. Бриллис; плазмокоагулязная, фибринолитическая и лецитиназная активности в соответствии с Государственной фармакопеей XIII издания; антибиотикорезистентность определяли диско-диффузионным методом.

В результате оценки адгезивных свойств бактерий по методике В. И. Бриллис [3] было выявлено, что штаммы *Rhodococcus* sp. 1A, *Rhodococcus* sp. 3B, *Pseudomonas* sp. 25 являются неадгезивными: рассчитанные значения индекса адгезивности микроорганизмов составляли 1,21; 2,09 и 1,18 соответственно. При определении других факторов патогенности было обнаружено, что исследуемые штаммы не обладают плазмокоагулязной, фибринолитической и лецитиназной активностью. Говоря о гемолитической активности, следует отметить, что штамм *Rhodococcus* sp. 1A показал положительную реакцию: при учете результатов отмечали образование прозрачной зоны гемолиза вокруг колоний.

Имеются сведения, что бактерии рода *Rhodococcus* являются продуцентами трегалолипидов – биосурфактантов, проявляющих гемолитическую активность [4].

Для определения антибиотикорезистентности исследуемых штаммов применяли диско-диффузионный метод (ДДМ) [5]. В работе использовались 14 видов антибиотиков различных классов: амикацин, гентамицин, имипенем, ципрофлоксацин, норфлоксацин, ванкомицин, эритромицин, амоксициллин, ампициллин, рифампицин, сульфаметоксазол, тетрациклин, канамицин, левомицетин. При исследовании антибиотикорезистентности было обнаружено, что штамм *Rhodococcus* sp. 1A оказался устойчив к 7 из 14 взятых в работу антибиотиков. Штаммы *Rhodococcus* sp. 3B и *Pseudomonas* sp. 25 проявляли резистентность к 3 из 14 антибиотиков, а также были умеренно устойчивы к действиям рифампицина, тетрациклина и канамицина соответственно. Установлено, что гены, связанные с биосинтезом и устойчивостью к антибиотикам, указывают на адаптивные преимущества в загрязненных средах. Генные кластеры могут способствовать устойчивости к стрессу, межвидовым взаимодействиям и долговременной выживаемости в окружающей среде [6]. Помимо этого, данные результаты могут быть использованы в будущем для регуляции численности бактерий, несущих гены устойчивости к антибиотикам, и их распространения за счет горизонтального переноса.

Таким образом, полученные результаты отражают биологическую безопасность штаммов углеводородоокисляющих бактерий и могут быть полезны в будущих исследованиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Díaz-Rodríguez A.M., Parra Cota F.I., Cira-Chávez L.A. et al. Microbial inoculants in sustainable agriculture: advancements, challenges, and future directions. *Plants*. 2025;Vol.14,I.2:19.
2. Economou V., Gousia P. Agriculture and food animals as a source of antimicrobial-resistant bacteria. *Infection and Drug Resistance*. 2015;Vol.8:49-61.
3. Бриллис В.И., Брилене Т.А., Ленцнер А.А. и др. Методика изучения адгезивного процесса микроорганизмов. *Лабораторное дело*. 1986;№4:210-212.
4. Zaragoza A., Aranda F.J., Espuny M.J. et al. Hemolytic activity of a bacterial trehalose lipid biosurfactant produced by *Rhodococcus* sp.: evidence for a colloid-osmotic mechanism. *Langmuir*. 2010;Vol.26,№11:8567-8572.
5. Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам: методические указания. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России. 2004:91.
6. Zaman S.A.U., Sharma A., Nayariseri A. et al. Whole genome of petroleum hydrocarbon degrading *Rhodococcus indonesiensis* isolated from Nacharam, Huderabad, India. *Scientific Reports*. 2025;Vol.16:23.

БИОГРАФИЯ

Я, Тегай Валерия Викторовна, работаю в области микробиологии и специализируюсь на изучении метаболического потенциала углеводородоокисляющих бактерий. Являюсь сотрудником и студентом 2 курса магистратуры по направлению подготовки «Биология» (профиль «Морская микробиология») в Дальневосточном федеральном университете, г. Владивосток. Бакалавр с 2023 года в области экологии и природопользования.

EVALUATION OF BIOLOGICAL SAFETY OF STRAINS OF HYDROCARBON-OXIDIZING BACTERIA

V.V. Tegai, E.A. Bogatyrenko

*Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia,
tegai.vv@dvfu.ru, bogatyrenko.ea@dvfu.ru*

We studied the pathogenicity and antibiotic resistance factors of strains of hydrocarbon-oxidizing bacteria. It was shown that strains are safe and can be used in biotechnology.

The study assessed the biological safety of strains of hydrocarbon-oxidizing bacteria. We conducted the following tests: adhesive properties, plasma coagulase activity, fibrinolytic activity, lecithinase activity, hemolytic activity and antibiotic resistance. The results showed that *Rhodococcus* sp. 3B and *Pseudomonas* sp. 25 strains lacked the aforementioned properties. *Rhodococcus* sp. 1A strain exhibited hemolytic activity and was resistant to 7 out of 14 antibiotics.

The obtained results reflect the biological safety of hydrocarbon-oxidizing bacteria strains and may be useful in future studies.

BIOGRAPHY

I, Valeriia Viktorovna Tegai, work in the field of microbiology and specialize in the study of the metabolic potential of hydrocarbon-oxidizing bacteria. I am an employee and second-year student in the Biology Master's program (Marine Microbiology major) at the Far Eastern Federal University, Vladivostok. I received bachelor's degree in ecology and environmental management in 2023.

[illegible]

This image shows a full page of blank, lined paper. It features approximately 20 evenly spaced horizontal grey lines across its entire width, providing a guide for handwriting or typing. The paper itself is a clean, off-white color.

[illegible]

ВЛИЯНИЕ ВКЛЮЧЕНИЯ ЗАЩИЩЁННЫХ ЖИРОВ В РАЦИОН КОРОВ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ

К.К. Цой

*ООО «ЭкоНива-АПК Холдинг», р.п. Маслянино, Россия,
kseniya_tsoy@mail.ru*

В докладе рассмотрены особенности использования защищённых жиров в кормлении высокопродуктивных молочных коров, их влияние на процессы рубцового пищеварения, энергетический обмен и молочную продуктивность. Представлены основные механизмы действия защищённых жиров, их роль в повышении энергетической обеспеченности рационов и профилактике метаболических нарушений у животных.

Введение. Современное молочное скотоводство характеризуется постоянным ростом генетического потенциала молочной продуктивности коров, что сопровождается повышением требований организма животных к уровню энергетического питания. Особенно выражен дефицит энергии у высокопродуктивных коров в период раздоя и пика лактации, когда затраты питательных веществ на синтез молока значительно превышают уровень поступления энергии с кормом [1, 2].

Одним из наиболее эффективных способов повышения энергетической плотности рационов является использование защищённых жиров. Защищённые жиры представляют собой жировые добавки, устойчивые к воздействию микрофлоры рубца и переваривающиеся преимущественно в тонком кишечнике [3]. Такая технология позволяет доставлять жирные кислоты непосредственно в кишечник, минуя активное рубцовое расщепление.

Использование обычных жиров в высоких концентрациях может оказывать отрицательное влияние на процессы рубцового пищеварения. Свободные жирные кислоты, особенно ненасыщенные, ингибируют деятельность целлюлозолитических микроорганизмов, снижают переваримость клетчатки и ухудшают ферментационные процессы в рубце [4]. Защищённые жиры позволяют избежать данных негативных эффектов и одновременно повысить уровень обменной энергии в рационе без увеличения количества быстроферментируемых углеводов.

Применение защищённых жиров способствует повышению молочной продуктивности, улучшению жирности молока, снижению выраженности отрицательного энергетического баланса и уменьшению риска метаболических нарушений у коров [5].

Основная часть. Высокопродуктивные коровы в начале лактации испытывают значительную физиологическую нагрузку, связанную с интенсивным синтезом молока. В этот период потребность организма в энергии резко возрастает, однако потребление сухого вещества остаётся ограниченным. В результате формируется отрицательный энергетический баланс, при котором животное вынуждено использовать резервы собственного организма [2].

Недостаток энергии приводит к мобилизации жировой ткани, повышению концентрации незатерифицированных жирных кислот и кетоновых тел в крови, что увеличивает риск развития кетоза и жировой дистрофии печени. В связи с этим повышение энергетической обеспеченности рациона является одной из ключевых задач кормления молочных коров.

Наиболее концентрированным источником энергии в кормлении животных являются жиры. При окислении жиров выделяется в 2–2,5 раза больше энергии по сравнению с углеводами. Однако применение обычных кормовых жиров в больших количествах ограничено особенностями рубцового пищеварения жвачных животных.

В рубце липиды подвергаются гидролизу и биогидрогенизации под действием микроорганизмов. Избыточное содержание свободных жирных кислот нарушает жизнедеятельность рубцовой микрофлоры, особенно бактерий, расщепляющих клетчатку. Это приводит к снижению переваримости нейтрально-детергентной клетчатки, ухудшению синтеза микробного белка и снижению потребления корма [4].

Для предотвращения отрицательного влияния жиров на рубцовое пищеварение были разработаны технологии производства защищённых жиров. Основной принцип их изготовления заключается в создании физической или химической защиты липидов от воздействия рубцовой микрофлоры. Наиболее распространёнными формами являются кальциевые соли жирных кислот, гидрогенизированные жиры и фракционированные пальмовые жиры.

Кальциевые соли жирных кислот образуются при взаимодействии жирных кислот с кальцием, в результате чего формируются соединения, устойчивые в условиях нейтрального pH рубца. В сычуге, где среда становится кислой, данные соединения распадаются, после чего жирные кислоты перевариваются и всасываются в тонком кишечнике [6].

Гидрогенизированные жиры получают путём насыщения ненасыщенных жирных кислот водородом. Это повышает температуру плавления жира и снижает его активность в рубце. Фракционированные пальмовые жиры производят методом разделения пальмового масла на отдельные фракции с различной температурой плавления.

Основной физиологический эффект защищённых жиров связан с увеличением поступления обменной энергии без дополнительной нагрузки на рубец. Переваривание жиров происходит преимущественно в тонком кишечнике, где липиды расщепляются ферментами поджелудочной железы и всасываются через кишечную стенку.

Использование защищённых жиров в рационе способствует повышению молочной продуктивности коров. Дополнительное поступление энергии обеспечивает более интенсивный синтез молока и позволяет снизить выраженность отрицательного энергетического баланса. Кроме того, защищённые жиры положительно влияют на содержание молочного жира, поскольку жирные кислоты используются в качестве предшественников для синтеза компонентов молока [5].

Наиболее выраженный эффект применения защищённых жиров наблюдается у высокопродуктивных животных в период раздоя и пика лактации. В этот период организм особенно нуждается в дополнительном источнике энергии. Также приме-

нение защищённых жиров способствует улучшению воспроизводительных показателей, снижению частоты кетоза и поддержанию физиологического состояния животных [7].

Однако использование жиров требует строгого соблюдения норм ввода. Общий уровень жира в сухом веществе рациона не должен превышать физиологически допустимые значения, поскольку избыток липидов может приводить к снижению потребления сухого вещества и нарушению пищеварения [1].

В условиях современного промышленного молочного скотоводства использование жировых добавок стало неотъемлемой частью рационов высокопродуктивных коров. Высокий уровень молочной продуктивности сопровождается значительными энергетическими затратами организма, которые невозможно полностью компенсировать только за счёт традиционных кормовых компонентов. В связи с этим включение жиров в рационы является обязательным элементом системы кормления на большинстве современных животноводческих комплексов [1, 5]. Применение жировых добавок позволяет повысить энергетическую плотность рационов, поддерживать стабильную молочную продуктивность, улучшать компонентный состав молока и снижать риск метаболических нарушений у животных в период интенсивной лактации [4, 7].

Выводы:

1. Защищённые жиры являются эффективным источником дополнительной энергии для высокопродуктивных молочных коров.
2. Использование защищённых жиров позволяет повысить энергетическую плотность рациона без отрицательного влияния на процессы рубцового пищеварения.
3. Основное преимущество защищённых жиров заключается в их устойчивости к воздействию микрофлоры рубца и последующем переваривании в тонком кишечнике.
4. Применение защищённых жиров способствует повышению молочной продуктивности, увеличению содержания жира в молоке и снижению выраженности отрицательного энергетического баланса.
5. Использование защищённых жиров является важным элементом кормления высокопродуктивных коров в период раздоя и пика лактации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калашников А.П., Фисинин В.И., Щеглов В.В. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. – Москва: Россельхозакадемия, 2003. – 456 с.
2. Goff J.P., Horst R.L. Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders // *Journal of Dairy Science*. – 1997. – Vol. 80. – P. 1260–1268.
3. Palmquist D.L., Jenkins T.C. Fat in lactation rations: review // *Journal of Dairy Science*. – 1980. – Vol. 63. – P. 1–14.
4. Jenkins T.C. Lipid metabolism in the rumen // *Journal of Dairy Science*. – 1993. – Vol. 76. – P. 3851–3863.
5. NRC. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. – 7th revised edition. – Washington: National Academy Press, 2001. – 381 p.
6. Firkins J.L., Eastridge M.L., St-Pierre N.R. Effects of fat supplementation on ruminal digestion and nutrient flow // *Journal of Dairy Science*. – 2008. – Vol. 91. – P. 176–189.

7. Grummer R.R. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow // Journal of Animal Science. – 1995. – Vol. 73. – P. 2820–2833.

БИОГРАФИЯ

Я, Цой Ксения Константиновна, работаю в области сельского хозяйства и специализируюсь на кормлении коров голштинской породы молочной продуктивности. Работаю внутренним тренером учебного центра Животноводство ООО «ЭкоНива-АПК Холдинг», в рабочем поселке Маслянино, Новосибирской области. Кандидат сельскохозяйственных наук с 2021 года. Область моих научных интересов включает сельское хозяйство, зоотехния, биология, а также обучение специалистов компании и студентов-практикантов.

EFFECT OF INCLUDING PROTECTED FATS IN THE DIET OF DAIRY COWS

K.K. Tsoy

LLC “EkoNiva-APK Holding”, Maslyanino settlement, Russia, kseniya__tsoy@mail.ru

The report considers the use of protected fats in feeding highly productive dairy cows and their role in improving energy metabolism, rumen function, and milk productivity.

Modern dairy cattle production is characterized by a continuous increase in the genetic potential of milk yield, which leads to higher energy requirements of cows, especially during early and peak lactation. At this stage, energy intake from feed is often insufficient to meet the demands of intensive milk synthesis, resulting in a negative energy balance and metabolic stress.

Fats represent the most concentrated source of dietary energy in ruminant nutrition; however, their direct inclusion in diets is limited due to negative effects on rumen microbial activity. In particular, free fatty acids can inhibit cellulolytic bacteria, reduce fiber digestibility, and disrupt normal rumen fermentation processes. As a result, excessive use of unprotected fats may impair feed utilization efficiency and animal performance.

Protected fats are designed to overcome these limitations. They are fat supplements that are resistant to rumen degradation and are primarily digested in the small intestine. This allows fatty acids to bypass rumen fermentation and be absorbed more efficiently, providing a direct and concentrated source of metabolizable energy.

The use of protected fats increases the energy density of the ration without increasing rapidly fermentable carbohydrates, thereby reducing the risk of ruminal acidosis and maintaining stable rumen function. Common forms include calcium salts of fatty acids, hydrogenated fats, and fractionated palm fats, each differing in production method and degree of rumen protection.

Physiologically, inclusion of protected fats supports energy balance in dairy cows, reduces mobilization of body fat reserves, and helps prevent metabolic disorders such as

ketosis and fatty liver syndrome. In addition, improved energy supply contributes to increased milk yield and positively influences milk fat synthesis.

The use of protected fats is particularly important for high-yielding cows during the transition period and peak lactation, when metabolic demands are highest. Their inclusion in the diet is therefore an effective nutritional strategy to maintain productivity and metabolic health under intensive dairy production systems.

BIOGRAPHY

My name is Kseniya Konstantinovna Tsoy. I work in the field of agriculture and specialize in feeding Holstein dairy cows. I work as an internal trainer at the Livestock Training Center of LLC “EkoNiva-APK Holding” in the settlement of Maslyanino, Novosibirsk Region. Since 2021, I have held the degree of Candidate of Agricultural Sciences. My research interests include agriculture, animal science, biology, as well as training company specialists and student interns.

СКАНЕР МАГНИТОИНДУКЦИОННОГО ТОМОГРАФА

Б.Н. Юнг^{1,2}, С.

Н. Климовский³, Е.Д. Федорченко², Д.В. Юдин²

¹ ДВФУ, ² ООО «ПУЛЬСАР», ³ ООО «ПОСЕЙДОН», Владивосток, Россия,
jung.bn@dvfu.ru, pulsar_vl@bk.ru, lip@ya.ru

Представлена конструкция сканера для магнитоиндукционного томографа (МИТ) с составным С-образным магнитопроводом, содержащим гибкие и жёсткие сегменты. Сканер обеспечивает высокую помехозащищённость и высокое пространственное разрешение при регистрации магнитоиндукционных сигналов. Предложенное устройство может использоваться как ключевой измерительный модуль магнитоиндукционного томографа для задач медицинской визуализации, неразрушающего контроля и экспериментальной физики.

Введение. Магнитоиндукционная томография (МИТ) является бесконтактным методом визуализации распределения электропроводности объекта. Первичные катушки создают переменное магнитное поле, которое индуцирует в проводящем объекте вихревые токи; вторичное поле этих токов регистрируется приёмными датчиками и используется для реконструкции изображения [1]. Развитие МИТ связано с повышением чувствительности, пространственного разрешения и помехозащищённости [2].

Одним из направлений развития МИТ является измерение фазового сдвига между сигналами источников и приёмников с последующей реконструкцией распределения проводимости. Такой подход снижает влияние диэлектрической и магнитной прони-

цаемостей объекта, однако предъявляет высокие требования к фазометрии, характеризуется высокой аппаратной сложностью и недостаточной помехозащищённостью измерительного тракта.

Магнитоиндукционные интроскопы для неразрушающего контроля используют матрицы приёмных катушек и специальные алгоритмы восстановления изображений. Однако их применение сосредоточено преимущественно на металлических объектах, а возможности для медицинских приложений ограничены.

Ранее авторами предложен способ МИТ, в котором измерение вихревых токов проводят вдоль оси гибкого магнитопровода [3]. Однако такая конструкция ограничивает реализацию строкового сканирования с высоким пространственным разрешением. Источник магнитного поля и измерительный тракт конструктивно связаны через один гибкий магнитопровод, что не обеспечивает произвольный вынос возбуждающей катушки из рабочей зоны. Кроме того, не предусмотрена развитая дифференциальная система с отдельными измерительными и компенсационными катушками.

Цель работы. Разработка сканера МИТ, обеспечивающего высокую помехозащищённость и пространственное разрешение для использования в качестве измерительного модуля в задачах медицинской визуализации, неразрушающего контроля и экспериментальной физики.

Методы и материалы. Предлагаемый сканер МИТ содержит составной С-образный магнитопровод, образованный последовательно соединёнными элементами: коническим концевиком (1), первым гибким сегментом (2), жёстким сегментом с возбуждающей катушкой (3), жёстким измерительным сегментом (4), вторым гибким сегментом (5) и подковообразным концевиком (6). Общий вид конструкции представлен на рис. 1.

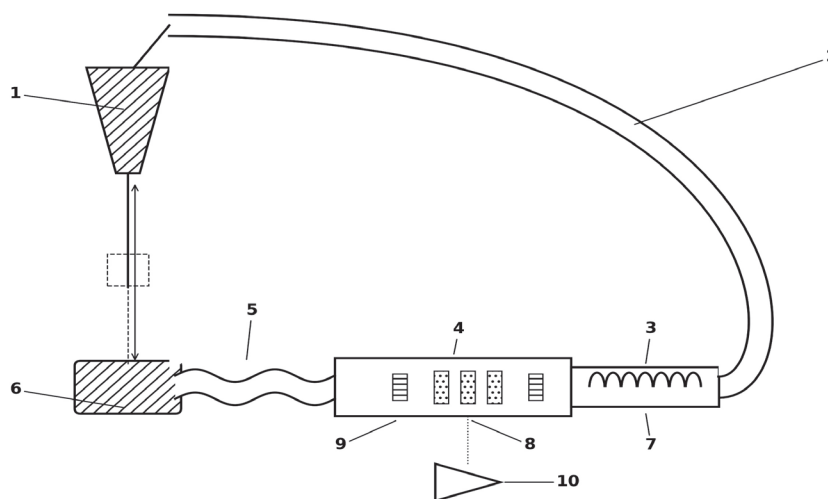


Рис. 1. Конструкция сканера с составным С-образным магнитопроводом

Конический концевик (1) и подковообразный концевик (6) образуют рабочий зазор для размещения объекта измерения. Возбуждающая катушка (7) расположена на жёстком сегменте (3), вынесенном из рабочей зоны посредством первого гибкого сегмента (2), что обеспечивает пространственное разделение зон возбуждения и измерения при сохранении непрерывности магнитной цепи.

В жёстком измерительном сегменте (4) размещены измерительные катушки (8) и компенсационные катушки (9), каждая из которых подключена к индивидуальному усилителю (10) с идентичным коэффициентом передачи. Поперечное сечение жёсткого измерительного сегмента (4) в плоскости А–А представлено на рис. 2.

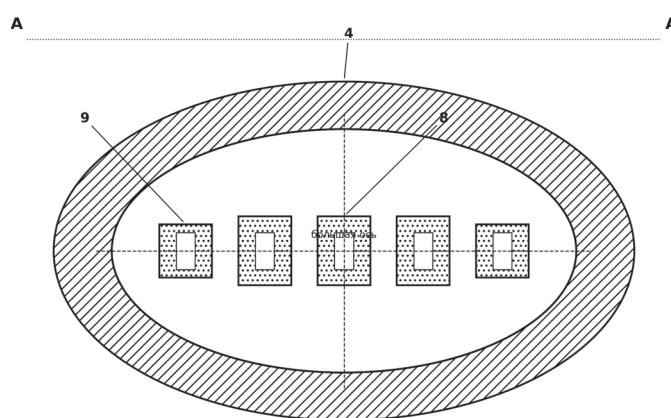


Рис. 2. Поперечное сечение жёсткого измерительного сегмента (плоскость А–А)

Эллиптическая форма сечения позволяет разместить вдоль большой оси матрицу из нескольких измерительных и компенсационных катушек (до 20 в одной плоскости), что обеспечивает одновременное получение строки измерений без механического перемещения устройства. Составной магнитопровод покрыт экраном, подключённым к шине заземления; переходы между жёсткими и гибкими сегментами выполнены плавными для снижения потерь на вихревые токи.

Конструктивные решения, заложенные в предлагаемый сканер, направлены на достижение следующих характеристик:

Помехозащищённость: Дифференциальная схема с симметрично расположенными измерительными (8) и компенсационными (9) катушками обеспечивает подавление синфазных помех от внешних полей и паразитных ёмкостных связей. Расчётная оценка уровня подавления составляет не менее 40 дБ при условии идентичности коэффициентов передачи усилителей (10). Дополнительное подавление наводок от индуктора достигается за счёт пространственного разделения зон возбуждения и измерения.

Пространственное разрешение: Эллиптическое сечение жёсткого измерительного сегмента (4) геометрически допускает размещение большего числа катушек

вдоль большой оси по сравнению с круглым сечением того же поперечного размера. При шаге расположения катушек, равном эффективному диаметру единичного датчика, теоретическое пространственное разрешение строчного сканирования определяется числом датчиков в матрице.

Чувствительность: Конический концевик (1) повышает локальную плотность магнитного потока в зоне объекта, что увеличивает амплитуду полезного сигнала от вихревых токов в исследуемом объекте. Применение когерентного накопления сигнала (lock-in детектирование) позволяет дополнительно улучшить отношение сигнал/шум.

Закключение. Разработан сканер МИТ с составным С-образным магнитопроводом, обеспечивающий пространственное разделение зон возбуждения и измерения, дифференциальную компенсацию синфазных помех и строчное сканирование. Устройство дополняет существующие решения по МИТ и создаёт основу для построения магнитоиндукционных томографов нового поколения. Дальнейшая работа направлена на численное моделирование распределения магнитного поля и экспериментальную верификацию расчётных характеристик.

Работа выполнена при поддержке гранта Фонда содействия инновациям (проект № 5447ГС1/111992 от 13.12.2025).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Korjnevsky AV, Cherepenin VA. Magnetic induction tomography. J. Commun. Technol. Electron. 1997;42(4):469–474.
2. Griffiths H, Stewart WR, Gough W. Magnetic induction tomography: a measuring system for biological tissues. Ann. N.Y. Acad. Sci. 1999;873(1):335–345.
3. Юнг Б.Н. Способ магнитоиндукционной томографии. Патент РФ 2705239 С1. Оpubл. 06.11.2019.

БИОГРАФИЯ

Я, Юнг Борис Николаевич, магистр робототехники, к.т.н., доцент по специальности Электронно-медицинская аппаратура, работаю в области биотехнических и робототехнических медицинских систем и специализируюсь на создании стереотаксических стимуляторов и мобильных томографов медицинского и технического назначения. Работаю генеральным директором специального конструкторского бюро ООО «ТОМОТРОНЪ» и заведующим лабораторией департамента автоматизации и робототехники ИМО ДВФУ. Принимал участие с демонстрационной моделью аппарата и прибора на ВУЗПРОМЭКСПО-2019 (г. Москва, ЭКСПОЦЕНТР), Международном военно-техническом форуме Армия-2020 (г. Кубинка, МО), ВЭФ-2021 (г. Владивосток), Международном конкурсе изобретений INHUB-2022 (г. Новосибирск, Экспоцентр), в Национальной технологической инициативе АСИ (г. Москва – 2023)

ИНЖЕНЕРНЫЕ НАУКИ ENGINEERING

ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ВИЗУАЛЬНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ С ПОМОЩЬЮ КАРТЫ ДОСТОВЕРНОСТИ

С. Ли, К. Вахромеева, Д. Киреева, Н. Муковозова

НИУ ВШЭ, МИЭМ им. А.Н. Тихонова, Москва, Россия, nugejus@mail.ru

В работе предлагается подход, в котором устойчивость локализации повышается не за счёт модификации алгоритма локализации, а за счёт перцептивной предобработки видеопотока: для каждого кадра строится попиксельная карта достоверности, агрегирующая семантические, кинематические и структурные признаки сцены и понижающая вклад ненадёжных областей в оценку положения. Карта подаётся на вход немодифицированному визуальному локализатору ORB-SLAM3, выступающему опорным методом. Приводятся методология формирования карты и предварительные экспериментальные результаты выбора базовых моделей для её компонентов.

Автономная навигация БПЛА в средах с ограниченным доступом к сигналам ГНСС – радиоэлектронное подавление, плотная застройка, складки рельефа, спуфинг – остаётся открытой проблемой. Инерциальные методы при отсутствии внешней коррекции накапливают дрейф, недопустимый уже на коротких интервалах автономного полёта. Визуальная одновременная локализация и картографирование (Visual SLAM) даёт оценку положения по последовательности кадров бортовой камеры без опоры на внешние радиосигналы и потому рассматривается как естественное дополнение или альтернатива.

В основе классических методов визуальной локализации лежит допущение о преимущественно статической и жёсткой сцене: соответствия между кадрами полагаются порождёнными собственным движением камеры. Реальные сцены полёта это допущение систематически нарушают. Движущиеся объекты (транспорт, люди), зеркальные блики, однородные малотекстурные поверхности порождают признаки, не согласованные с движением наблюдателя. Такие признаки образуют выбросы в задаче оценки положения, дестабилизируют опорные точки карты и приводят к смещению траектории.

Традиционно нарушение статичности компенсируется реактивно, на стороне оценщика положения, методами робастной статистики (отбраковка выбросов). Насто-

ящая работа исследует проактивную стратегию: формировать перцептивный приор надёжности до этапа оценки положения, опираясь на семантическое и динамическое содержание сцены, и сообщать его локализатору в виде попиксельной карты достоверности. Ключевой принцип – разделение ответственности: алгоритм локализации остаётся неизменным, а вся семантическая обработка выносится в отдельный перцептивный модуль предобработки. Это делает предлагаемый приор в принципе независимым от конкретной реализации локализатора.

В качестве опорного локализатора используется ORB-SLAM3 – зрелая система визуальной и визуально-инерциальной локализации, обеспечивающая высокую точность на широком классе сцен [1]. Метод применяется без вмешательства в его внутреннее устройство; бинарные дескрипторы ORB, встроенные в локализатор, обеспечивают быстрое и инвариантное к повороту сопоставление признаков.

Проблема динамических сцен в визуальной локализации традиционно решается семантическими методами SLAM, исключающими признаки на объектах потенциально подвижных классов. Такой подход смешивает класс объекта и его фактическое кинематическое состояние: припаркованный автомобиль статичен, но относится к «подвижному» классу. Для разделения этих понятий рассматриваются методы, опирающиеся на временную ассоциацию наблюдений (сопровождение объектов) [2, 3], позволяющие судить о реальном движении по истории положений, а не по внешнему виду. Для семантического описания подстилающей поверхности привлекаются лёгкие архитектуры сегментации, пригодные для бортовых вычислителей, и наборы данных дистанционного зондирования высокого разрешения [4, 5].

Предлагаемая система выполняет перцептивную предобработку каждого кадра и формирует попиксельную карту достоверности, которая передаётся на вход опорному локализатору. Локализатор, в свою очередь, выдаёт итоговую оценку положения и ориентации (вектор трансляции и кватернион). Общая схема обработки приведена на рис. 1.

Обработка разбита на две стадии.

Стадия предобработки извлекает из кадра три взаимодополняющих признака:

- *семантическую (каноническую) маску* – попиксельную классификацию подстилающей поверхности, задающую структурную основу сцены и априорную склонность областей к статичности (рельеф, растительность) или подвижности (рукотворные объекты);
- *приор динамических объектов* – локализацию областей, занятых физически движущимися объектами, с разделением подвижного класса и фактического движения;
- *карту границ* – выделение контуров и структурных линий сцены.

Стадия коррекции надёжности объединяет эти признаки в единое попиксельное поле достоверности. Содержательно объединение выполняется в два логических шага: сначала региональный приор динамичности формируется совмещением семантической маски с приором динамических объектов; затем этот приор модулируется структурной (граничной) информацией, что переводит региональные оценки на уровень отдельных пикселей. Результат – карта достоверности со значениями в диапа-

зоне $[0, 1]$, понижающая вклад ненадёжных областей. Карта передаётся локализатору, который использует её как весовой приор при оценке положения.

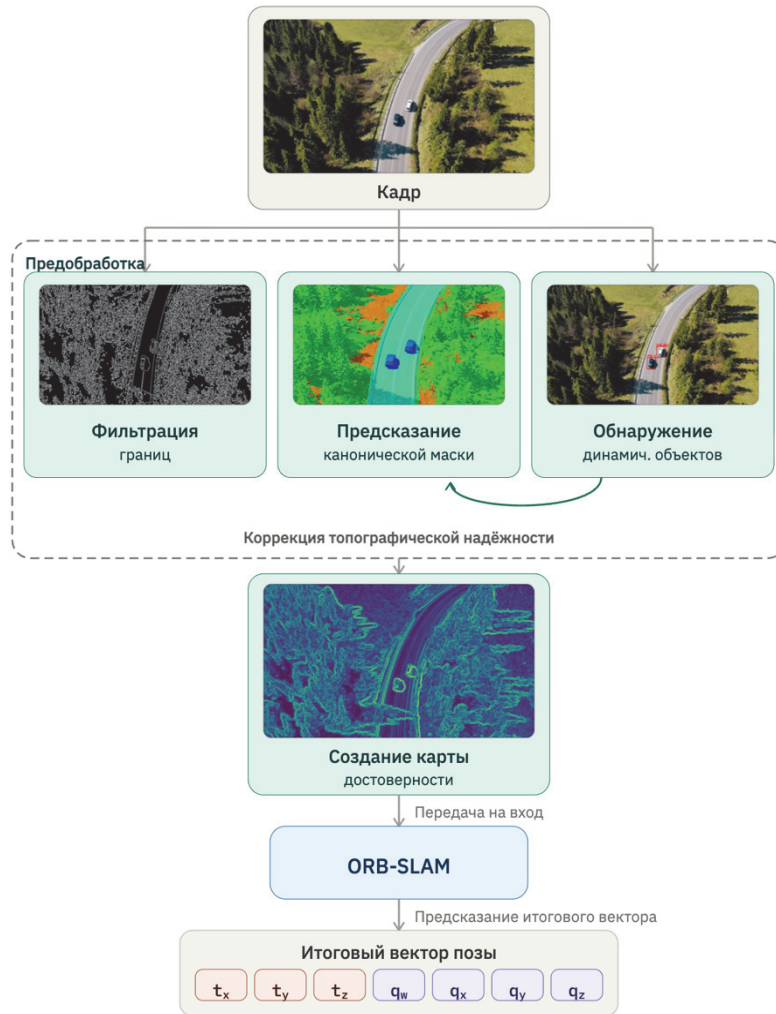


Рис. 1. Схема обработки: предобработка кадра по трём перцептивным ветвям, коррекция надёжности, формирование карты достоверности и передача её опорному локализатору

Архитектура построена на принципе взаимозаменяемых модулей: каждая перцептивная ветвь скрыта за единым интерфейсом и может быть заменена независимо от остальных, что позволяет наращивать систему инкрементально и сопоставлять альтернативные реализации без изменения остального конвейера.

Семантическая маска даёт структурный каркас сцены и грубый априор статичности по классам подстилающей поверхности. Требование бортового исполнения накладывает ограничение на вычислительную сложность, поэтому рассматриваются лёгкие архитектуры сегментации с балансом точности и скорости. Исходный набор классов землепокрова сводится к небольшому числу канонических категорий (фон, обнажённая порода/осадок, растительность, рукотворные объекты, вода), достаточных для задачи приоритизации надёжности.

Чтобы отделить фактическое движение от принадлежности к подвижному классу, обнаружение объектов дополняется их временным сопровождением. Покадровый детектор локализует объекты, а ассоциация наблюдений между кадрами восстанавливает траектории и позволяет классифицировать каждый объект как статический, динамический или неопределённый по смещению его положения за скользящее окно. Такой подход не требует разметки движения и определяет реальное кинематическое состояние, однако предполагает компенсацию собственного движения камеры.

Структурные контуры статических объектов проецируются в стабильные во времени границы (при компенсированном собственном движении), тогда как границы динамических объектов и шумовые контуры нестабильны. Временная согласованность границ служит, таким образом, дополнительным признаком статичности, не требующим обучения и дающим плотную интерпретируемую оценку на уровне пикселей.

На текущем этапе реализован сквозной конвейер обработки и проведена серия экспериментов по выбору базовых моделей для компонентов карты достоверности.

На наборе данных дистанционного зондирования высокого разрешения [5] (исходные классы сведены к пяти каноническим, обучение на изображениях 512×512) сопоставлены лёгкие архитектуры сегментации. Лучший баланс точности и скорости показала модель PP-LiteSeg [4] ($\approx 2,2$ млн параметров, $mIoU \approx 0,56$), вдвое более лёгкая и быстрая по сравнению с ближайшим конкурентом при сопоставимом качестве. Наибольшее число ошибок приходится на классы «вода» и «обнажённая порода», что определено как направление доработки.

По результатам сравнения семейства детекторов выбрана модель YOLOv8s [2] как обеспечивающая лучший компромисс скорости и точности (≈ 71 кадр/с, $mAP50 \approx 62$). Для классификации статичности привлечён метод сопровождения ByteTrack [3] (свыше 100 кадров/с), определяющий движение по истории положений. Спроектирована двухэтапная схема: покадровое обнаружение с классификацией по классам и последующее уточнение состояния по устойчивым траекториям сопровождения.

На наборе кадров аэросъёмки сопоставлены три метода верификации маски статичности по границам. Метод временной согласованности границ превзошёл однокадровые альтернативы ($IoU \approx 0,74$; $F1 \approx 0,85$), что подтверждает целесообразность использования временной информации; однокадровые методы оказались чувствительны к шуму данных аэросъёмки.

Полученные результаты подтверждают реализуемость отдельных перцептивных ветвей и обоснованность выбора базовых моделей. Дальнейшая работа включает: реа-

лизацию операторов объединения признаков в единую карту достоверности; обучение моделей на целевых данных; экспериментальную проверку центральной гипотезы – что использование карты достоверности снижает ошибку траектории опорного локализатора (ошибки трансляции и ориентации по абсолютной и относительной метрикам, APE/RPE) по сравнению с базовой конфигурацией; и сквозную проверку связки «предобработка → локализатор» в среде моделирования полёта. Открытым вопросом остаётся компенсация собственного движения камеры, от качества которой зависит как обнаружение движения по сопровождению, так и временная согласованность границ.

Предложена концепция карты достоверности как внешнего перцептивного приора для устойчивой визуальной локализации БПЛА в условиях недоступности спутниковой навигации. Подход выносит семантическую обработку сцены в отдельный модуль предобработки, сохраняя опорный локализатор неизменным, и тем самым остаётся независимым от его реализации. Реализован сквозной конвейер и экспериментально обоснован выбор базовых моделей для трёх перцептивных ветвей. Дальнейшая работа направлена на объединение признаков, обучение моделей и экспериментальную проверку вклада карты достоверности в точность локализации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Campos C., Elvira R., Rodríguez J. J. G., Montiel J. M. M., Tardós J. D. ORB-SLAM3: An Accurate Open-Source Library for Visual, Visual-Inertial, and Multimap SLAM // *IEEE Transactions on Robotics*. 2021. Vol. 37, no. 6. P. 1874–1890. DOI: 10.1109/TRO.2021.3075644.
2. Jocher G., Qiu J., Chaurasia A. Ultralytics YOLO (Version 8.0.0) [Электронный ресурс]. 2023. URL: <https://github.com/ultralytics/ultralytics>.
3. Zhang Y., Sun P., Jiang Y. et al. ByteTrack: Multi-Object Tracking by Associating Every Detection Box // *Computer Vision – ECCV 2022. Lecture Notes in Computer Science*, vol. 13682. Cham: Springer, 2022. P. 1–21. DOI: 10.1007/978-3-031-20047-2_1.
4. Peng J., Liu Y., Tang S. et al. PP-LiteSeg: A Superior Real-Time Semantic Segmentation Model // *arXiv preprint arXiv:2204.02681*. 2022.
5. Xia J., Yokoya N., Adriano B., Broni-Bediako C. OpenEarthMap: A Benchmark Dataset for Global High-Resolution Land Cover Mapping // *IEEE/CVF Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV)*. 2023. P. 6254–6264. DOI: 10.1109/WACV56688.2023.00619.

CASS: TOWARDS CONFIDENCE-AWARE SEMANTIC SLAM

S. Lee, K. Vakhromeeva, D. Kireeva, N. Mukovozova

HSE University, MIEM (Tikhonov), Moscow, Russia, nugejus@mail.ru

Visual localization is a natural alternative to satellite navigation for unmanned aerial vehicles (UAVs) operating where global navigation satellite system (GNSS) signals are denied, jammed, or spoofed. Its accuracy, however, is bounded by the assumption of a static,

rigid scene, which is violated by moving objects and low-reliability image regions that inject outlier correspondences and bias the estimated trajectory. We propose to improve robustness not by modifying the localization algorithm but through perceptual pre-processing of the video stream: for each frame we construct a per-pixel reliability map that aggregates semantic, kinematic, and structural cues of the scene and down-weights unreliable regions in the pose estimate. The map is supplied to an unmodified ORB-SLAM3 front-end, used as the baseline, preserving independence between the perceptual prior and the localizer. The map is formed in two stages: a preprocessing stage extracts a canonical land-cover mask, a dynamic-object prior, and an edge map; a reliability-correction stage fuses region-level dynamics priors with pixel-level edge evidence into a confidence field. A modular design lets each perceptual branch be replaced independently. Preliminary experiments justify the baseline models per branch: PP-LiteSeg for lightweight land-cover segmentation, YOLOv8s combined with ByteTrack for motion-aware object classification, and temporal edge consistency for structural verification, with dynamic leakage identified as the safety-critical objective. Future work covers cue fusion, model training, and quantitative validation of the central hypothesis that the reliability map improves front-end trajectory accuracy.

АВТОЭЛЕКТРОННАЯ ЭМИССИЯ ИЗ ДИХАЛЬКОГЕНИДОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

Т. Лим

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия,
msuphyslim@gmail.com*

Автоэлектронная эмиссия (полевая эмиссия) – это испускание электронов твердым телом под действием сильного электрического поля, обусловленное туннелированием через искаженный потенциальный барьер. Явление полевой эмиссии, впервые обнаруженное в 1897 году У. Вудом, получило экспериментальное объяснение на основе туннельного эффекта в 1928–1929 гг. в работах Р. Фаулера и Л. Нордхейма [1]. Для достижения высоких локальных полей используются острийные катоды с нанометровым радиусом кривизны. Двумерные дихалькогениды переходных металлов (ДПМ), такие как WS_2 и MoS_2 , представляют интерес благодаря своим полупроводниковым и оптоэлектронным свойствам, однако механизмы полевой эмиссии из этих материалов, особенно чувствительность к внешним воздействиям, изучены недостаточно [2].

Целью работы было исследование автоэлектронной эмиссии из наностенок WS_2 и MoS_2 , синтезированных методом химического осаждения из газовой фазы, и изучение влияния лазерного облучения на эмиссионные характеристики.

Синтез наностенок осуществлялся методом газофазного осаждения с использованием нагретых вольфрамовых/молибденовых нитей в потоке сероводорода (H_2S) [3]. Морфология исследовалась методом растровой электронной микроскопии. Измерения полевой эмиссии проводились в вакуумной камере ($\sim 10^{-6}$ Торр) при расстоянии между электродами 1-5 мм. Для исследования фоточувствительности использовался лазер с длиной волны 532 нм и мощностью до 60 мВт (рис. 1).

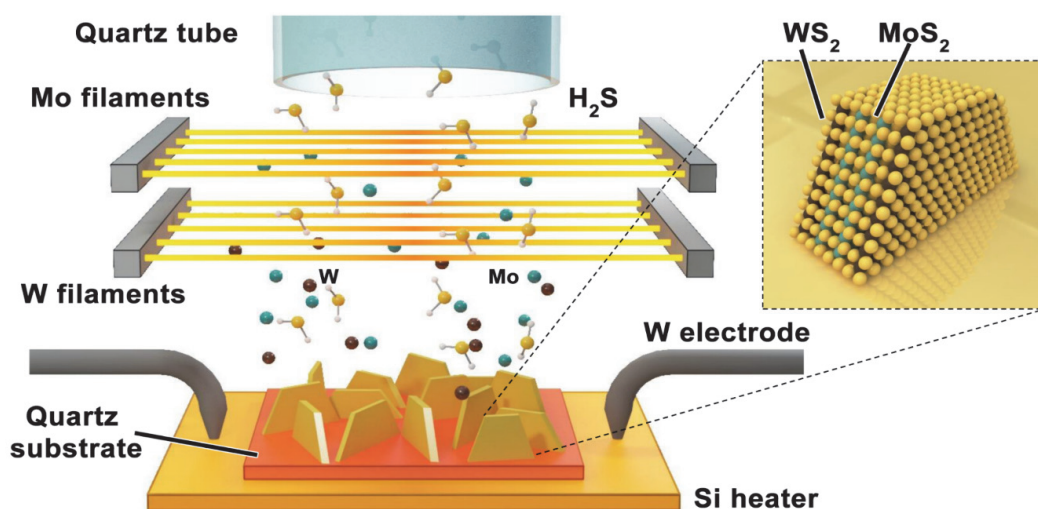


Рис. 1. Схема эксперимента

РЭМ-изображения показали, что синтезированные плёнки представляют собой вертикально ориентированные наностенки размером ~ 100 нм – 1 мкм, равномерно покрывающие поверхность катода. Вольт-амперные характеристики демонстрируют типичное для полевой эмиссии экспоненциальное поведение с пороговым напряжением 300-350 В при межэлектродном расстоянии 5 мм, что свидетельствует о высоком коэффициенте усиления поля.

Ключевым результатом является обнаружение значительного увеличения тока эмиссии при лазерном облучении образца. При фиксированном напряжении включение лазера приводило к резкому росту эмиссионного тока без изменения приложенного электрического поля.

Наблюдаемый эффект объясняется фотопроводимостью материала эмиттера. Под действием лазерного излучения в полупроводниковых наностенках генерируются дополнительные носители заряда, увеличивающие электропроводность. Снижение падения напряжения в объёме эмиттера приводит к возрастанию эффективной напряженности поля на его краях, что и обуславливает рост эмиссионного тока.

Синтезированы наностенки WS_2 и MoS_2 с эффективной полевой эмиссией. Также было продемонстрировано существенное влияние лазерного облучения на ток эмис-

сии из наностенок ДПМ, связанное с фотопроводимостью. Результаты открывают перспективы создания оптоэлектронных приборов и управляемых эмиссионных катодов на основе двумерных полупроводников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Fowler R.H., Nordheim L. Electron emission in intense electric fields // Proc. Roy. Soc. – ser. A – Vol. 119. – N 781 – 1928. – P. 173.
2. [Li Y.B., Y. Bando, and D. Golberg. "MoS₂ 2 nanoflowers and their field-emission properties." Applied Physics Letters 82.12 (2003): 1962-1964.]
3. [Loginov, Artem B., et al. "Synthesis, structural, and photoluminescence properties of MoS₂ nanowall films." physica status solidi (b) 260.9 (2023): 2200481.]

БИОГРАФИЯ

Я, Лим Тэву, родился 7 января 2003 года в Корее. В 2007 году переехал в Россию с семьёй, учился в Корейской школе в Москве и в российских школах. Сейчас я на 5 курсе физического факультета МГУ (специалитет), около 5 лет изучаю общую физику. Занимаюсь исследованиями в лаборатории углеродных материалов кафедры полимеров и кристаллов, изучаю автоэлектронную эмиссию ДПМ, полученных методом осаждения из газовой фазы.

FIELD EMISSION FROM TRANSITION METAL DICHALCOGENIDES

Lim Taewoo

*Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia,
msuphyslim@gmail.com*

Field electron emission (field emission) is the emission of electrons from a solid under the action of a strong electric field, governed by quantum tunneling through a distorted potential barrier. The phenomenon of field emission, first observed in 1897 by W. Wood, received its experimental interpretation in terms of the tunneling effect in 1928–1929 in the works of R. Fowler and L. Nordheim [1]. To achieve high local electric fields, sharp cathodes with nanometer-scale radii of curvature are typically employed. Two-dimensional transition metal dichalcogenides (TMDs) such as WS₂ and MoS₂ are of particular interest due to their semiconducting and optoelectronic properties; however, the mechanisms of field emission from these materials, especially their sensitivity to external stimuli, remain insufficiently explored [2].

The aim of this work was to investigate field electron emission from WS₂ and MoS₂ nanowalls synthesized by chemical vapor deposition (CVD) and to study the influence of laser irradiation on their emission characteristics.

The nanowalls were grown by a gas-phase process using heated tungsten/molybdenum wires in a hydrogen sulfide (H_2S) flow. The morphology was examined by scanning electron microscopy. Field emission measurements were carried out in a vacuum chamber ($\sim 10^{-6}$ Torr) with an anode–cathode spacing of 1–5 mm. To probe the photoresponse, a laser with a wavelength of 532 nm and power up to 60 mW was used.

SEM images revealed that the synthesized films consist of vertically aligned nanowalls with lateral dimensions of approximately 100 nm to 1 μm , uniformly covering the cathode surface. The current–voltage characteristics exhibit the typical exponential behavior expected for field emission, with a turn-on voltage of 300–350 V at an interelectrode distance of 5 mm, indicating a high field enhancement factor.

A key result is the observation of a pronounced increase in emission current under laser illumination. At a fixed applied voltage, switching on the laser leads to an abrupt rise in the emission current without any change in the externally applied electric field.

This effect is attributed to the photoconductivity of the semiconductor emitter. Under laser irradiation, additional charge carriers are generated in the WS_2 and MoS_2 nanowalls, which enhances their electrical conductivity. The resulting reduction of the voltage drop within the emitter volume increases the effective electric field at the nanowall edges, thereby leading to an enhanced emission current.

WS_2 and MoS_2 nanowalls with efficient field emission have thus been synthesized. Furthermore, a substantial effect of laser irradiation on the emission current from TMD nanowalls associated with photoconductivity has been demonstrated. These results open up prospects for the development of optoelectronic devices and externally controllable emission cathodes based on two-dimensional semiconductors.

REFERENCE

1. Fowler R.H., Nordheim L. Electron emission in intense electric fields // Proc. Roy. Soc. – ser. A – vol. 119 – N 781 – 1928 – p. 173.
2. [Li Y.B., Y. Bando, and D. Golberg. "MoS₂ nanoflowers and their field-emission properties." Applied Physics Letters 82.12 (2003): 1962-1964.]

BIOGRAPHY

My name is Tawoo Lim, and I was born on January 7, 2003, in Korea. In 2007, I moved to Russia with my family and studied at the Korean School in Moscow and local Russian schools. I am now a fifth-year physics student at Moscow State University in a specialist program and have taken university-level physics courses for about 5 years. Currently, I work at the Laboratory of Carbon Materials in the Department of Polymers and Crystals, researching field emission from vapor-deposited TMDs.

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ
АКУСТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ
ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕКОМЕНДАЦИЙ
ПО АКУСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ**

А.В. Мин

*Томский политехнический университет, Томск, Россия,
arsenymin@gmail.com*

Рассмотрена разработка системы автоматической оценки акустического состояния помещений на базе недорогого измерительного стенда. Помимо определения времени реверберации система анализирует частотный баланс отражений и формирует рекомендации по типу и толщине акустических панелей с учётом стоимости обработки, что позволяет повысить её качество и одновременно снизить затраты.

Введение. Отсутствие необходимой акустической обработки помещения проявляется в виде отражения звуковых волн от стен, пола и потолка, что вызывает такие нежелательные эффекты, как гул, вычитание или усиление отдельных частот, появление резонансов, мешающих прослушиванию.

При этом разные помещения предъявляют разные требования к обработке: характер отражений зависит от материала и геометрии стен, объёма помещения и наличия звукопоглощающих поверхностей. Эффективность акустической обработки существенно зависит и от частотного диапазона: для поглощения низких частот требуются массивные и дорогостоящие конструкции, тогда как высокие частоты гасятся тонкими и недорогими материалами. Как следствие, стоимость обработки во многом определяется тем, в каком именно диапазоне частот сосредоточены проблемы конкретного помещения.

На практике обработку нередко проектируют с запасом, не имея данных о реальном частотном профиле помещения, что приводит к неоправданным затратам. Это определяет потребность в инструменте, который не только измеряет акустические характеристики, но и подсказывает, какая обработка действительно требуется.

Цель. Целью данной работы является разработка устройства для использования при проектировании помещений, требующих определённых акустических условий: концертных и театральных залов, студий звукозаписи. В отличие от простого измерения времени реверберации, предлагаемая система должна автоматически определять, какой тип акустической обработки и в каком объёме необходим, с учётом стоимости. Это позволяет одновременно повысить качество обработки и снизить затраты за счёт отказа от избыточных решений.

Методы и материалы. Основными компонентами измерительного стенда являются микроконтроллер, динамик и микрофон. Для оценки акустических характеристик динамик воспроизводит свип-сигнал – звук с плавным изменением частоты от

низких к высоким, что обеспечивает получение отражений и резонансов во всём диапазоне. Микрофон регистрирует как воспроизведённый сигнал, так и многократные отражения, то есть отклик помещения. Записанный сигнал передаётся на микроконтроллер, где выполняется цифровая обработка и извлекается импульсная характеристика – функция, описывающая реакцию помещения на звук.

Для отделения влияния помещения от исходного сигнала динамика запись обрабатывается методом обратного свип-сигнала [1]. Импульсная характеристика вычисляется как свёртка записанного сигнала с обратным свип-сигналом:

$$h(t) = y(t) * s^{-1}(t), \quad (1)$$

где $y(t)$ – записанный микрофоном сигнал, $s^{-1}(t)$ – обратный свип-сигнал (инверсный фильтр), $h(t)$ – искомая импульсная характеристика, а символ $*$ обозначает операцию свёртки.

Ключевым отличием предлагаемой системы является частотный анализ. Импульсная характеристика разбивается на октавные полосы (125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 Гц), и время реверберации оценивается отдельно для каждой полосы по стандартной методике [2]. Это позволяет выявить, в каком именно диапазоне отражения избыточны.

Для перехода от измерений к рекомендациям используются два соотношения. Необходимая суммарная величина звукопоглощения оценивается по формуле Сэбина [3]:

$$T = 0,161 \cdot V / A, \quad (2)$$

где T – время реверберации, с; V – объём помещения, м³; A – суммарное звукопоглощение, м². Зная текущее и целевое время реверберации в каждой полосе, можно рассчитать недостающую площадь поглощающего материала.

Эффективная толщина пористого поглотителя связана с длиной волны поглощаемого звука: материал работает эффективно при толщине порядка четверти длины волны:

$$d \approx \lambda / 4 = c / (4f), \quad (3)$$

где d – толщина панели, м; λ – длина волны, м; $c \approx 343$ м/с – скорость звука в воздухе; f – частота, Гц. Из соотношения видно, что для низких частот требуется значительно большая толщина панели, чем для высоких.

На основании полос с избыточной реверберацией и приведённых соотношений система формирует рекомендацию: тип материала, ориентировочную толщину и площадь обработки. Для расчёта по формуле Сэбина пользователю необходимо ввести габаритные размеры помещения.

Ожидаемые результаты. Так как экспериментальная часть работы находится в стадии реализации, ниже приведены ожидаемые результаты. Предполагается получение импульсных характеристик и графиков затухания реверберации для нескольких помещений. Ожидается, что значения будут различаться в зависимости от объёма комнаты, наличия мягких поверхностей и уровня звуко- и вибропоглощения.

В отличие от измерения только времени реверберации, результатом работы станет автоматическая рекомендация по обработке. Например, для помещения с избыточной реверберацией в области низких частот система должна рекомендовать толстые поглощающие конструкции (басовые ловушки), а для помещения, где избыточны только высокие частоты, – тонкие и недорогие панели. Тем самым система демонстрирует различие рекомендаций и соответствующих затрат для разных помещений, что и составляет практическую ценность работы.

Заключение. Предложенная система может применяться для предварительной акустической диагностики комнат, домашних студий, учебных лабораторий и небольших залов. Она позволяет получать сведения об акустических характеристиках помещения без использования дорогостоящего оборудования и специализированного программного обеспечения, а также формировать рекомендации по обработке, доступные для пользователя без специальной подготовки. За счёт привязки рекомендаций к частотному профилю помещения достигается снижение затрат при сохранении качества обработки.

В дальнейшем планируется развитие системы в направлении локализации проблемных поверхностей – определения, какая из стен вносит наибольший вклад в отражения, – с использованием микрофонной решётки или измерений из нескольких точек.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Farina A. Simultaneous measurement of impulse response and distortion with a swept-sine technique. 108th AES Convention, Paris; 2000.
2. ISO 3382-2:2008. Acoustics – Measurement of room acoustic parameters – Part 2: Reverberation time in ordinary rooms. Geneva: ISO; 2008.
3. Kuttruff H. Room Acoustics. 6th ed. Boca Raton: CRC Press; 2016.

БИОГРАФИЯ

Я, Мин Арсений Вячеславович, являюсь студентом третьего курса Томского политехнического университета, обучаюсь по направлению «Мехатроника и робототехника». Область моих научных интересов: мобильная робототехника, использование сенсорных модулей в системах.

DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR AUTOMATIC ASSESSMENT OF ROOM ACOUSTICS AND GENERATION OF ACOUSTIC TREATMENT RECOMMENDATIONS

A.V. Min

*Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia,
arsenymin@gmail.com*

Insufficient acoustic treatment of a room manifests itself as reflections of sound waves from the walls, floor and ceiling, causing undesirable effects such as booming, cancellation or amplification of individual frequencies, and resonances that interfere with listening. Different rooms require different treatment depending on the material and geometry of the walls, the room volume and the presence of sound-absorbing surfaces. Moreover, the efficiency of acoustic treatment strongly depends on the frequency range: absorbing low frequencies requires thick and expensive structures, whereas high frequencies are damped by thin and inexpensive materials. Consequently, the cost of treatment is largely determined by the frequency range in which the problems of a particular room are concentrated.

This work presents a low-cost measuring stand consisting of a microcontroller, a loudspeaker and a microphone. The loudspeaker reproduces a swept-sine signal, and the microphone records the room response. The impulse response is obtained by processing the recording with the inverse swept-sine technique [1] as the convolution of the recorded signal $y(t)$ with the inverse sweep $s^{-1}(t)$: $h(t) = y(t) * s^{-1}(t)$. The impulse response is split into octave bands, and the reverberation time is estimated for each band [2]. Using the Sabine equation [3] and the quarter-wavelength rule for porous absorbers, the system determines the required type, thickness and area of acoustic panels; the user only needs to enter the room dimensions.

As a result, the system provides not only the reverberation time but also an automatic treatment recommendation. For a room with excessive low-frequency reverberation it recommends thick bass-trap absorbers, whereas for high-frequency problems thin and inexpensive panels are sufficient. This makes it possible to improve the quality of treatment while reducing cost by avoiding redundant solutions. The proposed system can be used for preliminary acoustic diagnostics of rooms, home studios, educational laboratories and small halls without expensive equipment or specialized software.

REFERENCE

1. Farina A. Simultaneous measurement of impulse response and distortion with a swept-sine technique. 108th AES Convention, Paris; 2000.
2. ISO 3382-2:2008. Acoustics – Measurement of room acoustic parameters – Part 2: Reverberation time in ordinary rooms. Geneva: ISO; 2008.
3. Kuttruff H. Room Acoustics. 6th ed. Boca Raton: CRC Press; 2016.

BIOGRAPHY

My name is Min Arseniy Vyacheslavovich. I am a third-year student at Tomsk Polytechnic University, majoring in Mechatronics and Robotics. My research interests include mobile robotics and the use of sensor modules in systems.

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ И СООРУЖЕНИЙ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ

В.Н. Мин

*АО «Транснефть – Центральная Сибирь», Томск, Россия,
minvn2007@gmail.com*

Рассмотрены автоматические защиты оборудования и сооружений, применяемые на объектах магистрального трубопроводного транспорта нефти. Представлена классификация защит на промежуточных нефтеперекачивающих станциях и линейной части нефтепровода. На примерах внедрения сейсмодатчиков на нефтепроводах, проходящих в сейсмоактивных зонах, системы вибрационного контроля магистральных агрегатов и перехода от релейной автоматики к микропроцессорной показано, что развитие систем автоматических защит позволило существенно снизить число аварийных остановок, минимизировать экологическую и экономическую безопасность и повысить надёжность транспортировки нефти по магистральным нефтепроводам.

Автоматическое управление, цель выполнения которого состоит в том, чтобы предотвращать переход технологического объекта управления (технологического процесса) в состояние, характеризующееся повышенным риском опасности, или снижать потери от перехода в такое состояние. Основная задача сводится к непрерывному контролю предельных и аварийных отклонений в технологических процессах, обеспечение сохранности оборудования и безопасных условий труда. Автоматические защиты осуществляют непрерывный контроль за работой объекта и при аварийных отклонениях в технологических процессах или при возникновении опасности повреждения оборудования или опасности для обслуживающего персонала вызывают его экстренное отключение или остановку.

Нефтегазовая отрасль относится к категории объектов повышенной опасности: транспортируемый продукт является пожаро- и взрывоопасным, рабочие давления в магистральных нефтепроводах достигают 6,3–7,5 МПа, а протяжённость линейной части отдельных систем превышает несколько тысяч километров и проходит через населённые пункты, водные преграды и сейсмоактивные зоны. Любая нештатная ситуация – разгерметизация трубопровода, отказ магистрального насосного агрегата,

пожар на нефтеперекачивающей станции (НПС) – способна привести к человеческим жертвам, значительному экологическому ущербу и крупным экономическим потерям. По этой причине нормативная база (СНиП, СП, ГОСТ, отраслевые регламенты) предъявляет к объектам трубопроводного транспорта повышенные требования по промышленной безопасности, а сам процесс перекачки строится на принципе многоуровневой автоматической защиты, при которой действия оператора резервируются работой автоматики [1].

Цель работы – повысить надёжность и безопасность процесса транспорта нефти по магистральным нефтепроводам за счёт анализа действующих систем автоматических защит, рассмотрения её классификации и обобщения опыта внедрения отдельных технических решений на нефтеперекачивающих станциях и линейной части трубопровода.

Автоматические защиты объектов магистрального нефтепровода принято делить по месту установки и принципу действия. На НПС применяются защиты двух уровней – общестанционные и агрегатные [2]. На линейной части устанавливаются защиты, контролируемые состояние самого трубопровода и сопутствующего оборудования.

К общестанционным защитами НПС относятся: противопожарная защита, аварийная загазованность, затопление насосного зала, контроль состояния задвижек и давления на входе и выходе НПС, максимальный перепад давления на регулирующих заслонках системы автоматического регулирования (САР) давления, авария систем маслоснабжения, откачки утечек нефти, подпорной вентиляции электрозала и корпуса электродвигателя, беспромвальной вентиляции, обратного водоснабжения, отсутствие связи с площадочными устройствами и остановка основного и резервного центральных контроллеров микропроцессорной системы автоматики (МПСА). При срабатывании любой из этих защит формируется сигнализация и производится автоматическая остановка НПС.

К агрегатным защитами относятся: контроль вибрации подшипниковых узлов и осевое смещение магистрального насосного агрегата (МНА), контроль давления входе и выходе МНА, контроль температуры подшипников и корпуса насоса, температуры электродвигателя, контроль давления в камере беспромвальной вентиляции, контроль состояния задвижек МНА, контроль давления масла к подшипниковым узлам, контроль уровня утечек с торцевых уплотнений насоса, состояние высоковольтного выключателя, контроль величины тока электродвигателя, невыполнение программы автоматического пуска МНА. При достижении предельных контролируемых параметров выдается предупредительный звуковой и световой сигнал, привлекая внимание оператора. При достижении аварийных значений автоматика выдает аварийную звуковую и световую сигнализацию, отключает основной МНА и включает резервный. НПС не останавливается, что обеспечивает непрерывность перекачки.

На линейной части нефтепровода на контролируемых пунктах применяются защиты: контроль давления, контроль состояния линейных задвижек, контроль герметичности подводных переходов, датчики прохождения очистных и диагностических устройств. На сейсмоактивных участках магистральный трубопровод оснащается сей-

смондотчиками, при срабатывании которых отключается процесс перекачки нефтепродукта.

Нефтепровод «Восточная Сибирь – Тихий океан» (ВСТО) проходит по территории с высокой сейсмической активностью – от Иркутской области до побережья Тихого океана через горные районы Восточной Сибири и Дальнего Востока, где расчётная сейсмичность отдельных участков достигает 8–9 баллов. Сами трубопроводные конструкции и опоры проектировались с запасом прочности на сейсмическое воздействие до 9 баллов, однако этого недостаточно для обеспечения безопасности при сильном землетрясении: требуется автоматическая остановка перекачки и отсечение аварийного участка до того, как произойдет разрушение трубы. С этой целью на сейсмоопасных участках ВСТО внедрена система автоматической сейсмической защиты.

На линейной части в районах с повышенной сейсмичностью установлены акселерометрические сейсмодатчики, регистрирующие ускорение колебаний грунта по трём осям. Датчики объединены в сеть и передают данные в систему линейной телемеханики и далее на районный диспетчерский пункт. Уставки срабатывания настраиваются по балльности землетрясения: при превышении порогового значения ускорения формируется аварийный сигнал.

При срабатывании сейсмодатчика автоматически выполняется остановка перекачки нефти, закрываются линейные задвижки соответствующего участка и формируется аварийная сигнализация на диспетчерский пункт. Это позволяет локализовать возможные последствия землетрясения, ограничить объём потенциального разлива нефти и обеспечить безопасность персонала и окружающей среды.

Магистральный насосный агрегат – основное технологическое оборудование НПС. Износ подшипниковых узлов, нарушение центровки ротора, кавитация, а также попадание в проточную часть насоса посторонних предметов (грязи, фрагментов сварочного шлака и пр.) приводят к резкому росту вибрации корпуса насоса и в случае несвоевременного обнаружения – к разрушению агрегата. До внедрения штатного вибрационного контроля вибродиагностику МНА проводили периодически при выполнении планового ремонта оборудования или по его состоянию. Наличие непрерывного автоматического вибрационного контроля исключило риск аварийного отказа МНА и последующего дорогостоящего ремонта.

На каждом магистральном агрегате всех НПС установлена система вибрационного контроля. Датчики устанавливаются на подшипниковых опорах и непрерывно измеряют виброскорость и осевое смещение. В соответствии с картой уставок задается предупредительный и аварийный параметры вибрации [3] – при превышении предупредительного выдается звуковой и световой сигналы, а при превышении аварийного – формируется команда на отключение агрегата и автоматический ввод резервного МНА.

Внедрение системы позволило обнаруживать развивающиеся дефекты подшипниковых узлов и попадание инородных предметов на ранней стадии, до разрушения насоса. Это существенно сократило число аварийных остановок магистральных агре-

готов и затрат на их послеаварийный ремонт, а также повысило коэффициент технической готовности оборудования НПС.

До конца 1990-х годов системы автоматики НПС строились на релейной элементной базе: схемы управления и защит набирались из электромагнитных промежуточных реле и реле времени (преимущественно польского и японского производства). Релейная автоматика реализует жёсткую логику работы на физических контактах и не имеет программируемой части. К концу срока службы она морально и физически устаревала: участились отказы контактных групп, наблюдались ложные срабатывания защит, существенно усложнились диагностика и поиск неисправностей. В отличие от неё, микропроцессорная система автоматики (МПСА) построена на программируемых логических контроллерах (ПЛК), реализует логику программно, имеет встроенную самодиагностику оборудования и средств автоматизации НПС, расширяет функциональные возможности Системы автоматизации.

Методы и материалы. С конца 1990 годов на НПС начали производить замену релейной автоматики на микропроцессорные программируемые логические контроллеры производства Siemens, Schneider Electric, «ПроСофт», «ЭЛЕСИ». Произведена перетрассировка силовых, контрольных кабельных линий связи, переработаны схемы защит и блокировок и выполнена интеграция МПСА со станционной и линейной АСУ ТП.

Результаты. Замена релейных систем автоматики на МПСА позволила повысить надёжность системы автоматики НПС, сократить число ложных срабатываний защит и существенно упростить диагностику отказов. Появилась возможность гибкой настройки уставок без перемонтажа цепей, а также реализации сложных алгоритмов защит и блокировок, недоступных при релейной реализации.

Заключение. Действующая на объектах магистрального транспорта нефти система автоматических защит построена по многоуровневому принципу и охватывает как нефтеперекачивающие станции (общестанционные и агрегатные защиты), так и линейную часть нефтепровода. Рассмотренные примеры – внедрение сейсмодатчиков на нефтепроводе ВСТО, штатной системы вибрационного контроля магистральных агрегатов и переход от релейной автоматики к микропроцессорным ПЛК – показывают, что развитие средств автоматической защиты позволило минимизировать экологические и экономические последствия аварий и внешних воздействий (землетрясений), выявлять дефекты оборудования на ранней стадии и повысить отказоустойчивость самой системы управления. В совокупности эти меры обеспечили снижение числа аварийных остановок, рост коэффициента технической готовности оборудования и повышение надёжности и безопасности процесса транспорта нефти в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коршак А.А., Шаммазов А.М. Основы нефтегазового дела. Уфа: ДизайнПолиграф Сервис.
2. Земенков Ю.Д. и др. Эксплуатация магистральных нефтепроводов. Тюмень: ТюмГНГУ.

3. РД-35.240.50-КТН-0109-23 МТТНиН. Автоматизация и телемеханизация технологического оборудования площадочных и линейных объектов магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов. Основные положения».

БИОГРАФИЯ

Я, Мин Вячеслав Николаевич, специалист в области автоматизации технологических процессов магистрального транспорта нефти с общим стажем работы в отрасли 39 лет. С сентября 2007 года по июнь 2020 года занимал должность заместителя главного инженера в системе АО «Транснефть (г.Томск и г.Омск). Область научных интересов включает промышленную автоматизацию, надежность систем управления, безопасность объектов трубопроводного транспорта.

К ВОПРОСУ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ РАСЧЕТОВ ПРОЧНОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД

П.А. Цой

*ФГБУН Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, Новосибирск, Россия,
paveltsoy@mail.ru*

Рассмотрена процедура обработки экспериментальных данных для определения прочностных характеристик горных пород. С использованием программного инструментария реализована автоматизация рутинной обработки «сырых» данных с целью построения паспорта прочности.

Для определения прочностных характеристик горных пород требуется не только провести механические испытательные тесты, но и сделать корректную, экономичную по время затратам обработку полученных экспериментальных данных. Как правило, конечная цель обработки – паспорт прочности пробы (или совокупности проб), построенный по прочностным данным из тестов на одноосное сжатие [1] и растяжение [2]. В зависимости от специфики регистрации и вывода «сырых» данных с того или иного испытательного оборудования необходима предварительная обработка и форматирование таких данных.

В работе рассматривается процедура обработки экспериментальных данных, полученных с испытательного пресса Instron 8802. С привлечением среды разработки Visual Studio Code и языка Python приведены: первичная обработка файлов Excel; расчеты пределов прочности на сжатие и растяжение; расчет и построение паспорта прочности.

В частности, при вычислении прочностных характеристик использовались следующие формулы:

$$\sigma_{сж} = K_B \frac{10 \cdot P}{S}.$$

где $\sigma_{сж}$ – предел прочности на одноосное сжатие, МПа; P – сила, при которой разрушается образец, кН; S – площадь поперечного сечения образца, см²; K_B – безразмерный коэффициент высоты образца, определяемый в соответствии с зависимостью:

$$K_B = 0,0766 \left(\frac{h}{d} \right)^3 - 0,4367 \left(\frac{h}{d} \right)^2 + 0,9759 \frac{h}{d} + 0,1823, \quad \frac{h}{d} = 0,7 \div 2,0,$$

где h – высота образца, мм; d – диаметр поперечного сечения образца, мм.

$$\sigma_p = 0,64 \frac{10 \cdot P}{S}$$

где σ_p – предел прочности на растяжение, МПа; P – разрушающая сила, кН; S – площадь разрыва образца, см².

На основе полученных величин $\sigma_{сж}$ и σ_p определялись характеристики паспорта прочности:

коэффициент сцепления C , МПа

$$C = 0,5 \sqrt{|\sigma_{сж}| \cdot |\sigma_p|};$$

угол внутреннего трения φ , град:

$$\varphi = \arctg \frac{|\sigma_{сж}| - |\sigma_p|}{4C}.$$

Представленный способ обработки экспериментальных данных обеспечивает эффективное преобразование исходных записей испытаний в формат, пригодный для дальнейших расчётов. Автоматизация вычислений снижает влияние человеческого фактора и ускоряет получение ключевых прочностных характеристик пород (пределов прочности на сжатие и растяжение, сцепления, угла внутреннего трения). Результаты могут быть использованы для построения паспорта прочности горных пород при инженерно-геологических изысканиях и проектировании горных выработок. Работа выполнена на оборудовании ЦКП геомеханических, геофизических и геодинамических измерений СО РАН в рамках проекта НИР номер государственной регистрации № 126021217133-3.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 21153.2–84. Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном сжатии. М., 1984.
2. ГОСТ 21153.3–85. Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном растяжении. М., 1985.

БИОГРАФИЯ

Я, Цой Павел Александрович, работаю в области горного дела и специализируюсь на экспериментальной механике горных пород. Работаю старшим научным сотрудником ИГД СО РАН, а также по совместительству заведующим ЦКП ГГТИ 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.).

ON THE ISSUE OF EXPERIMENTAL DATA PROCESSING FOR ROCK STRENGTH CALCULATIONS

P.A. Tsoi

*Chinakal Institute of Mining of the SB RAS, Novosibirsk, Russia,
paveltsky@mail.ru*

The procedure of processing experimental data to determine the strength characteristics of rocks is considered. Using software tools, the routine processing of "raw" data is automated to construct a strength envelope.

Determining the strength characteristics of rocks requires not only conducting mechanical tests but also performing correct and time-efficient processing of the obtained experimental data. As a rule, the ultimate goal of processing is a strength envelope of a sample (or a set of samples), constructed from strength data obtained from uniaxial compression [1] and tension [2] tests. Depending on the specific methods of recording and outputting "raw" data from a given testing machine, preliminary processing and formatting of such data are necessary.

This work examines the experimental data processing procedure for data obtained from an Instron 8802 testing press. Using the Visual Studio Code development environment and the Python language, the following are presented: primary processing of Excel files; calculation of compressive $\sigma_{сж}$ and tensile σ_p strength limits; calculation and construction of the strength envelope.

Based on the obtained values of $\sigma_{c\kappa}$ and σ_p the strength envelope characteristics are determined:

cohesion C , MPa:

$$C = 0,5 \sqrt{|\sigma_{c\kappa}| \cdot |\sigma_p|};$$

angle of internal friction φ , degrees:

$$\varphi = \arctg \frac{|\sigma_{c\kappa}| - |\sigma_p|}{4C}.$$

The presented method for processing experimental data ensures efficient conversion of raw test records into a format suitable for further calculations. Automation of calculations reduces the influence of the human factor and accelerates the determination of key rock strength characteristics (compressive and tensile strength limits, cohesion, angle of internal friction). The results can be used to construct a rock strength envelope for engineering geological surveys and mine design. The work was carried out using the equipment of the Shared-Use Center for Geomechanical, Geophysical, and Geodynamic Measurements of the SB RAS as part of a research project with state registration No. 126021217133-3.

REFERENCE

1. GOST 21153.2–84. Rocks. Methods for determining the uniaxial compressive strength limit. Moscow, 1984.
2. GOST 21153.3–85. Rocks. Methods for determining the uniaxial tensile strength limit. Moscow, 1985.

BIOGRAPHY

I, Tsoi Pavel Aleksandrovich, work in the field of mining focusing on the experimental rock mechanics. My position is senior researcher and head 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.).

МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

MATH AND IT

FASTHIRAG: УСКОРЕННАЯ ИЕРАРХИЧЕСКАЯ ГРАФОВАЯ ИНДЕКСАЦИЯ ДЛЯ RAG-СИСТЕМ

С. Джин

*Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва,
Россия, sedzhin@hse.ru*

В работе рассматривается FastHiRAG – ускоренный вариант иерархического graph RAG, ориентированный на снижение стоимости индексации при сохранении структурных преимуществ многошагового поиска. Подход использует иерархическую кластеризацию эмбедингов, нечеткий Formal Concept Analysis и решётку концептов для организации навигации по корпусу. По сравнению с HiRAG такая архитектура позволяет резко сократить затраты на индексацию и переиндексацию, что особенно важно для часто обновляемых коллекций документов.

Введение. Системы retrieval-augmented generation (RAG) все чаще выходят за рамки обычного векторного поиска и используют графовые структуры, позволяющие объединять сведения из нескольких документов и лучше поддерживать многошаговое рассуждение. Однако построение таких графов обычно требует большого числа вызовов больших языковых моделей для извлечения сущностей, отношений и промежуточных представлений. Это делает индексацию дорогой, а также усложняет повторное построение индекса при обновлении корпуса.

На этом фоне FastHiRAG можно рассматривать как практическую альтернативу тяжёлым graph RAG-пайплайнам. В основе метода лежит идея построения иерархической графовой структуры не через LLM-экстракцию, а через геометрию embedding space и формальные алгебраические операции. Такой подход позволяет сохранить bridge- и summary-функции графа, но реализовать их с гораздо меньшей стоимостью.

Цель работы. Целью данной работы является краткое представление архитектуры FastHiRAG как эффективного решения для retrieval-augmented generation в условиях ограниченного бюджета на индексацию. Особое внимание уделяется тому, каким образом иерархическая кластеризация и нечеткая решётка концептов заменяют более дорогостоящие механизмы построения knowledge graph в HiRAG-подобных системах.

Методы и материалы. На первом этапе документы разбиваются на чанки и переводятся в плотные векторные представления с помощью модели e5-large-v2. Затем к embeddings применяется Residual-Quantization K-Means, формирующий многоуровневую кластерную структуру. Полученные кластерные принадлежности интерпретируются как атрибуты нечеткого формального контекста, на основе которого строится fuzzy concept lattice.

Ключевой особенностью метода является использование Formal Concept Analysis в нечеткой постановке. В такой схеме bridge-узлы и summary-узлы не извлекаются напрямую языковой моделью, а возникают как результат операций join и meet в решётке концептов. Благодаря этому графовая структура строится более формально и менее зависима от качества LLM-экстракции.

На этапе retrieval используется гибридный скоринг, объединяющий BM25, cosine similarity и fuzzy routing по решётке. Далее применяются переформулирование запроса, reranking и генерация ответа. В результате основная семантическая нагрузка смещается с индексации на этап обработки пользовательского запроса.

Основной принцип ContextRAG (petrieval-augmentей генерation)

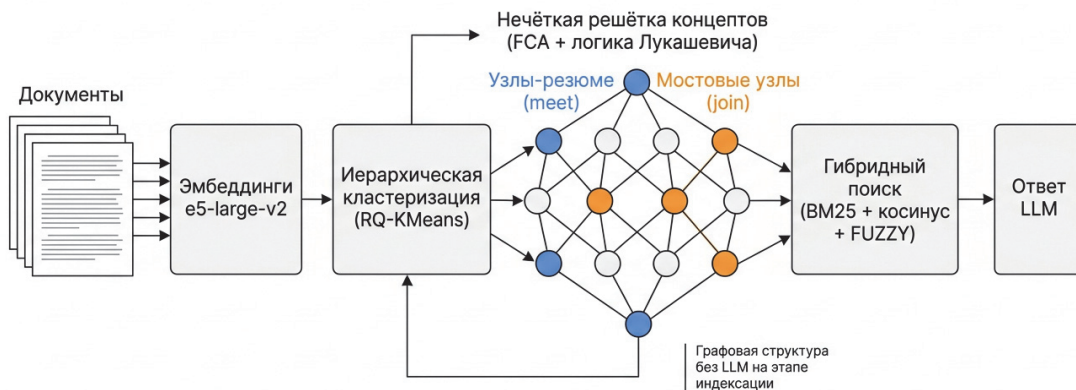


Рис. 1. Принцип работы FastHiRAG: иерархическая кластеризация, нечеткая решётка концептов и гибридный поиск

Результаты. Согласно опубликованным экспериментам на подмножестве UltraDomain, FastHiRAG демонстрирует значительное снижение стоимости индексирования по сравнению с HiRAG при использовании сопоставимого модельного стека. Наиболее заметный выигрыш достигается в токенах индексации, времени построения индекса и размере хранимой структуры (табл. 1).

Приведённые данные показывают, что FastHiRAG резко уменьшает стоимость предварительной подготовки корпуса, но при этом несколько уступает HiRAG по качеству ответов на сложных multi-hop задачах. В то же время вклад решётки концептов

остаётся практически значимым: при активации lattice-узлов в retrieval качество становится выше, чем в случаях, где используется только стандартный поиск по тексту и эмбедингам.

Таблица 1

Показатели FastHiRAG и HiRAG

Показатель	HiRAG-Gemma	FastHiRAG
Токены индексации	23 017 780	22 073
Время индексации, с	237 938	563
Размер индекса, МБ	641.6	22.6
F1 на multi-hop задачах	42.8%	36.8%
LLM-вызовы на запрос	2	5

Обсуждение. С практической точки зрения FastHiRAG особенно интересен для сценариев, где корпус документов обновляется регулярно, а переиндексация должна выполняться быстро и недорого. В таких условиях архитектуры, требующие тысяч LLM-вызовов на этапе построения индекса, оказываются менее удобными для реального применения. FastHiRAG, напротив, переносит значительную часть интеллектуальной обработки на query-time, что делает обновление индекса значительно более дешёвым.

С исследовательской точки зрения данный подход интересен тем, что предлагает не просто облегчённую реализацию HiRAG, а иную трактовку graph-based retrieval. Вместо явного извлечения knowledge graph здесь используется формальная структура, выведенная из распределения эмбедингов и нечетких отношений принадлежности. Это делает метод близким одновременно и к современным retrieval-системам, и к классическим идеям Formal Concept Analysis.

Заключение. FastHiRAG демонстрирует, что иерархическая графовая индексация для retrieval-augmented generation может быть построена существенно дешевле без полного отказа от структурных преимуществ graph RAG. Несмотря на умеренное снижение качества на multi-hop задачах, метод показывает заметный выигрыш по стоимости индексации и представляет практический интерес для прикладных систем с динамически обновляемыми данными. В более широком смысле работа подтверждает перспективность использования concept lattice и нечеткой логики как основы для построения эффективных retrieval-архитектур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Huang H., Huang Y., Yang J. и др. HiRAG: Retrieval-augmented generation with hierarchical knowledge. arXiv. 2025;2503.10150.
2. Ganter B., Wille R. Formal Concept Analysis: Mathematical Foundations. Berlin: Springer; 1999.

3. Wang L., Yang N., Huang X. et al. Text embeddings by weakly-supervised contrastive pre-training. arXiv. 2022;2212.03533.

БИОГРАФИЯ

Seungmin Jin работает в области искусственного интеллекта и специализируется на explainable AI, анализе представлений и retrieval-augmented generation. Работает доцентом в Департаменте бизнес-информатики и старшим научным сотрудником в HSE University, Москва. Научные интересы включают explainable AI, deep learning, visual analytics, embedding space geometry и интеллектуальные retrieval-системы.

FASTHIRAG: FAST HIERARCHICAL GRAPH INDEXING FOR RETRIEVAL-AUGMENTED GENERATION

Seungmin Jin

HSE University, Moscow, Russia, sedzhin@hse.ru

FastHiRAG is presented as an efficient hierarchical graph retrieval approach designed to reduce indexing cost while preserving the structural benefits of multi-hop retrieval. The method combines hierarchical clustering of embeddings, fuzzy Formal Concept Analysis, and concept-lattice-based navigation over document chunks. In comparison with HiRAG-style architectures, this design substantially lowers indexing and re-indexing cost, which is especially important for frequently updated corpora.

Modern retrieval-augmented generation systems increasingly rely on graph structures to improve reasoning across multiple documents. However, these graph pipelines are often expensive because they require repeated large-language-model calls for entity extraction, relation construction, and intermediate summarization. FastHiRAG addresses this issue by deriving graph structure from embedding geometry and formal operations rather than from heavy indexing-time extraction.

The pipeline begins with document chunking and dense embedding generation using e5-large-v2, followed by Residual-Quantization K-Means for hierarchical clustering. Cluster memberships are then interpreted as attributes of a fuzzy formal context, from which a fuzzy concept lattice is constructed. In this framework, bridge nodes and summary nodes emerge naturally through join and meet operations. Retrieval combines BM25, cosine similarity, and fuzzy routing, followed by query reformulation, reranking, and answer generation.

Reported results on the UltraDomain subset indicate that FastHiRAG dramatically reduces indexing cost relative to HiRAG with a comparable model stack, although with some loss in F1 on multi-hop tasks. The method is therefore particularly suitable for practical environments where the corpus changes frequently and rapid re-indexing is important. More broadly, FastHiRAG suggests that concept-lattice-based graph construction can serve as an effective and efficient alternative within modern RAG systems.

REFERENCE

1. Huang H., Huang Y., Yang J. et al. HiRAG: Retrieval-augmented generation with hierarchical knowledge. arXiv. 2025;2503.10150.
2. Ganter B., Wille R. Formal Concept Analysis: Mathematical Foundations. Berlin: Springer; 1999.
3. Wang L., Yang N., Huang X. et al. Text embeddings by weakly-supervised contrastive pre-training. arXiv. 2022;2212.03533.

BIOGRAPHY

Seungmin Jin works in the field of artificial intelligence and specializes in explainable AI, representation analysis, and retrieval-augmented generation. He is an Associate Professor in the Department of Business Informatics and a Senior Research Fellow at Centre for Language and Semantic Technologies, HSE University, Moscow. His research interests include explainable AI, deep learning, visual analytics, embedding space geometry, and intelligent retrieval systems.

ЭФФЕКТ ЗАПАЗДЫВАНИЯ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ И МОДЕЛЯХ

А.В. Ким¹, Г.А. Бочаров²

¹ *Уральский Государственный Аграрный Университет, Екатеринбург, Россия,
kim_av@urgau.ru*

² *Институт вычислительной математики им. Г.И. Марчука РАН, Москва, Россия,
bocharov@inm.ras.ru*

Рассматривается влияние запаздывания на динамику математической модели Со-лоу (Solow), описывающей динамику капитала.

Во всех процессах и явлениях, в которых происходит:

- передача сигналов,
- перемещение вещества,

возникает, так называемый, эффект запаздывания, вызванный тем, что:

- передача сигнала от передатчика к приемнику,
- перемещение вещества из начальной точки в конечную точку,

происходят не мгновенно, а в течение некоторого промежутка времени длины τ , который и называется запаздыванием.

Известны примеры, когда устойчивая техническая система переходила в неустойчивое состояние из-за возникновения в ее структуре эффекта запаздывания.

Так как во всех природных явлениях и технических системах происходит передача сигналов и перемещение вещества, то эффект запаздывания присутствует везде,

и, так как его появление может оказать негативное влияние на процесс, то анализ этого явления требует особого внимания.

Так как появление эффекта запаздывания может привести к неустойчивости системы, то, возможно, причиной периодически возникающих экономических кризисов является запаздывание в том или ином экономическом звене и своевременная «компенсация» соответствующего запаздывания может стабилизировать экономический процесс.

В докладе рассматривается влияние эффекта запаздывания на классическую экономическую модель Солоу [1, 2] в двух случаях:

- появление одного запаздывания,
- появление двух запаздываний.

1. Модель с одним запаздыванием.

Эта модель дает описание динамики модели Солоу с одним запаздыванием, в которой производственная технология имеет постоянный конечный период $\tau > 0$, связанный со временем, необходимым для создания капитала. Предполагается, что численность населения постоянна и приведена к единице. В процессе производства доля основного капитала обесценивается в течение одного и того же периода τ .

2. Модель с двумя запаздываниями.

Эта модель является обобщением модели Солоу, учитывающей две временные задержки:

- время, затрачиваемое на то, чтобы капитал использовался для производства,
- время, необходимое для амортизации капитала.

В этой модели положительное равновесие асимптотически устойчиво в отсутствие запаздывания. В случае равенства обоих запаздываний эта модель сводится к модели Солоу с одним запаздыванием. Для обобщенной модели известны:

- достаточные условия для асимптотической устойчивости стационарного состояния,
- существование бифуркации Хопфа.

Используя теорию нормальной формы и аргумент центрального многообразия, получены явные формулы, которые определяют устойчивость, направление и период бифуркации периодических решений.

Проведено компьютерное моделирование.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zak P.J. "Kaleckian lags in general equilibrium", Review of Political Economy, vol. 11, no. 3, pp. 321–330, 1999.
2. Carlo Bianca, Massimiliano Ferrara, Luca Guerrini, "The Time Delays' Effects on the Qualitative Behavior of an Economic Growth Model", Abstract and Applied Analysis, vol. 2013, issue 1, 2013.

БИОГРАФИЯ

Я, Ким Аркадий Владимирович, работаю в области математики и специализируюсь на исследовании процессов с запаздыванием. Работаю профессором Уральского Государственного Аграрного Университета, Екатеринбург. Доктор физико-математических наук с 2001 года. Область моих научных интересов включает математику и прикладную математику.

DELAY EFFECT IN ECONOMICAL PROCESSES AND MODELS

A.V. Kim¹, G.A. Bocharov²

¹ *Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia,
kim_av@urgau.ru*

² *Marchuk institute of numerical mathematics of RAS, Moscow, Russia,
bocharov@inm.ras.ru*

The report examines the impact of the delay effect on the classical Solow economic model [1, 2].

1. One delay model.

This model describes the dynamics of the Solow model with one lag and in which the production technology has a constant finite period $\tau > 0$ associated with the time required to create capital.

2. Two delays model.

This model is a generalization of the Solow model that takes into account two time delays:

- the first delay is the time it takes for capital to be used for production,
- the second delay is the time it takes for capital to be depreciated.

For the generalized model it is known:

- sufficient conditions for the asymptotic stability of the stationary state,
- the existence of a Hopf bifurcation.

Using the normal form theory and the central manifold argument, explicit formulas are obtained that determine the stability, direction and period of bifurcation of periodic solutions.

Computer simulations have been conducted.

REFERENCE

1. Zak P.J. "Kaleckian lags in general equilibrium", Review of Political Economy, vol. 11, no. 3, pp. 321–330, 1999.
2. Carlo Bianca, Massimiliano Ferrara, Luca Guerrini, "The Time Delays' Effects on the Qualitative Behavior of an Economic Growth Model", Abstract and Applied Analysis, vol. 2013, issue 1, 2013.

BIOGRAPHY

My name is Arkadii Kim. I work in the field of mathematics and specialize in control theory. I work as professor of the Ural State Agrarian University, Ekaterinburg. Dr in physics-mathematics since 2001. My research interests include mathematics and applied mathematics.

АНАЛИЗ УЯЗВИМОСТЕЙ ПРОТОКОЛА PRECISION TIME PROTOCOL И ЗАЩИТА ОТ ВНУТРЕННИХ АТАК В ИЗОЛИРОВАННЫХ СЕТЯХ

Р.В. Ким, А.А. Новиков

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Москва, Россия, kimrv@mai.ru, novikova2@mai.ru

В статье рассматриваются основные уязвимости протокола стандарта IEEE 1588 (Precision Time Protocol, PTP), проводится систематизация возможных векторов атак, включая компрометацию алгоритма ВМСА внутренним нарушителем. Обоснована необходимость разработки распределённого консенсусного механизма выбора источника времени, не требующего обращения к внешним эталонам.

Система точной временной синхронизации является основой формирования промышленных Internet of Things (IoT) сетей, интеллектуальных энергосистем (Smart Grid) и систем высокочастотной торговли [1]. Протокол стандарта IEEE 1588 (Precision Time Protocol, PTP) стал фактическим стандартом в подобных системах, обеспечивая точность до микросекунд в сетях, где корректность управления и координации процессов зависит напрямую от согласованности временных меток на распределённых узлах сети.

Однако, несмотря на высокую точность, архитектура данного протокола изначально проектировалась без учёта требований информационной безопасности [1, 4]. Это обусловлено тем, что стандарт разрабатывался для эксплуатации в изолированных локально-вычислительных сетях и базировался на двух критических допущениях: симметричности сетевых задержек и полном доверии к источникам времени и транзитным коммутаторам. В реальных условиях эксплуатации эти допущения формируют потенциал возможных атак, которую можно систематизировать [3]. Схема типовой синхронизации по протоколу PTP представлена на рис. 1. На рис. 1 представлены численные значения 1-4, которые описывают место, которым может воспользоваться злоумышленник.

1. Атака на мастера синхронизации

Злоумышленник может скомпрометировать источник времени мастера (спуфинг сигнала Global Positioning System, GPS) или манипулировать генерацией временных

меток на уровне узла. В результате все подчинённые часы получают искажённые временные данные, что приводит к каскадной рассинхронизации сети.

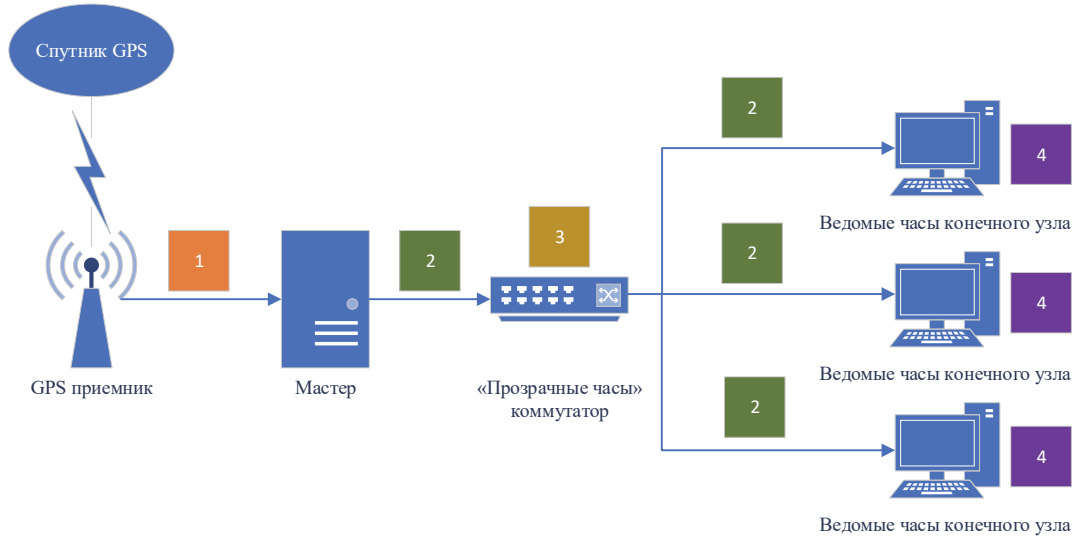


Рис. 1. Поверхность атаки сети RTP

2. Атака на канал связи.

Поскольку расчёт смещения часов в RTP опирается на предположение о равенстве задержек в обоих направлениях, атакующий, способный вносить асимметричные задержки в передачу пакетов синхронизации (Sync), может произвольно смещать время на целевых узлах [1, 3]. Подобные атаки влияют на все конечные узлы, получающие синхронизацию через скомпрометированный канал. Формально, смещение часов (offset) вычисляется на конечном узле как:

$$offset = \frac{(T_2 - T_1) - (T_4 - T_3)}{2},$$

а среднее время задержки как:

$$meanPathDelay = \frac{(T_2 - T_1) + (T_4 - T_3)}{2},$$

где T_1 – время отправки Sync мастером, T_2 – время приёма Sync ведомыми часами, T_3 – время отправки Delay_Req ведомыми часами, T_4 – время приёма Delay_Req мастером. При атаке на канал злоумышленник вносит дополнительную задержку μ в передачу пакета Sync, что приводит к искажению временной метки $T'_2 = T_2 + \mu$.

Таким образом $offset' = \frac{(T2 - T1) - (T4 + \mu - T3)}{2} = offset - \frac{\mu}{2}$. Асимметричная задержка μ напрямую транслируется в ошибку синхронизации величиной $\pm \frac{\mu}{2}$.

3. Атака на «прозрачные часы»

Прозрачные часы измеряют время пребывания пакетов и обновляют поле `correctionField`. При компрометации «прозрачных часов» злоумышленник может подменять эти значения, внося систематическую ошибку в расчёт задержки, которая распространяется на все подключённые узлы.

4. Атака на ведомые часы конечного узла

В отличие от предыдущих сценариев, компрометация отдельного ведомого конечного узла влияет только на локальное приложение, использующее его временные метки, и не нарушает синхронизацию остальной сети. Тем не менее, в критических системах даже локальная рассинхронизация может иметь серьёзные последствия. Однако, это может повлиять на систему синхронизации в целом, направляя модифицированные пакеты для обмана системы выбора источника времени.

Существенно более нетипичной и опасной угрозой является компрометация самой системы точного времени изнутри локальной сети, когда злоумышленник получает частичный контроль над инфраструктурой в результате циклов таргетированной атаки (Advanced persistent threat, APT). В отличие от стандартных сетевых атак, подобный сценарий обходит внешние криптографические средства защиты, поскольку атакующий действует от имени легитимного участника, владеющего данными и ключами [2,4]. Получив доступ лишь к части периметра локальной сети, злоумышленник имеет возможность воспользоваться механизмом Best Master Clock Algorithm (BMCA), который обеспечивает устойчивость самой системы синхронизации и изменить иерархию скомпрометированным узлом. Последствие подобного воздействия на систему могут вызвать полную рассинхронизацию, что повлечет за собой не только производственные потери, но и могут создать риск для человеческой жизни. Уязвимость BMCA заключается в том, что алгоритм не верифицирует физическую достоверность заявленных характеристик часов. Скомпрометированный узел может сформировать поддельное сообщение ANNOUNCE, в котором искусственно завысит свой параметр приоритета, укажет класс точности атомных часов. После захвата роли Master, злоумышленник получает возможность произвольно смещать системное время всех подчинённых узлов, модифицируя поле `timestamp` в сообщениях SYNC.

С формальной точки зрения, описанная ситуация представляет собой частный случай задачи византийских генералов, проблемы достижения консенсуса в распределённых системах при наличии произвольно ведущих себя (византийских) участников. Согласно алгоритму Лэмпорта–Шостака–Пиза, для гарантированного достижения согласия при наличии f византийских узлов требуется как минимум $3f + 1$ легитимных участников. Упомянутый в статье [4] механизм для решения данной задачи работает на основе избыточности, получаемой с помощью нескольких источников

времени. Однако, при внедрении подобного решения в закрытый контур объекта критической информационной инфраструктуры (КИИ), оператор КИИ может столкнуться с невозможностью применения данного метода, так как он требует доступ к серверам синхронизации по протоколу Network Time Protocol (NTP), что в свою очередь нарушает принцип изоляции сегментов сети в подобных инфраструктурах, кроме того, точность NTP несовместима с требованиями точности синхронизации промышленных систем.

В заключение следует подчеркнуть, что разработка новых безопасных алгоритмов синхронизации и глубокая модификация существующих является важной и актуальной задачей. Стандартные средства криптографической защиты (Annex K) не способны противостоять внутренним нарушителям, атакам на уровень задержек и компрометации ВМСА. Для решения подобной задачи в рамках протокола необходима разработка модели распределенного консенсусного механизма принятия решений о лучшем источнике времени на основе статистического анализа когерентности временных измерений и консенсуса. Это позволит сформировать модель доверия без финансово затратного обращения к нескольким эталонам времени или небезопасных внешних источников из сети Интернет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Xu Y. A Review of Research on Secure Time Synchronization Technology of Precision Time Protocol // Journal of Computer Science and Artificial Intelligence. 2025. Vol. 4, No. 1. P. 27-33.
2. Shi S., Xiao Y., Du C. et al. MS-PTP: Protecting Network Timing from Byzantine Attacks // Proceedings of the 16th ACM Conference on Security and Privacy in Wireless and Mobile Networks (WiSec '23). 2023. P. 61-71.
3. Alghamdi W., Schukat M. A Security Enhancement of the Precision Time Protocol Using a Trusted Supervisor Node // Sensors. 2022. Vol. 22. No. 10. P. 3671.
4. Idrees Z., Latif S., Tahir H., Zheng L. Enhancing IEEE 1588 PTP security for IIoT networks: A lightweight attack detection and mitigation framework // Internet of Things. 2025. Vol. 33. P. 101669.

БИОГРАФИЯ

Я, Новиков Александр Алексеевич, работаю ассистентом кафедры «Вычислительные машины, системы и сети» в Московском авиационном институте (НИУ). Область научных интересов – безопасность протоколов синхронизации, технические каналы утечки информации.

Я, Ким Роман Валерьевич, занимаю должность заведующего кафедрой. «Вычислительные машины, системы и сети» в Московском авиационном институте (НИУ). Область научных интересов – навигация и управление подвижными объектами, эксплуатация технических систем, предиктивная аналитика, информационная безопасность.

ANALYSIS OF PTP VULNERABILITIES AND DEFENSE AGAINST INTERNAL ATTACKS IN ISOLATED NETWORKS

R.V. Kim, A.A. Novikov

Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia
kimrv@mai.ru, novikovaa2@mai.ru

This paper analyzes the vulnerabilities of the IEEE 1588 Precision Time Protocol (PTP) and systematizes attack vectors, including the compromise of the BMCA by an insider. The necessity of developing a distributed consensus mechanism for time source selection that operates without external references is substantiated.

Precision time synchronization is foundational for Industrial IoT, Smart Grids, and high-frequency trading [1]. The IEEE 1588 Precision Time Protocol (PTP) provides microsecond to nanosecond accuracy in deterministic networks. However, PTP was originally designed without security mechanisms, relying on critical assumptions: symmetric network delays and absolute trust in time sources and transparent switches. These assumptions create a significant attack surface in real-world deployments.

The typical PTP synchronization attack surface (fig. 1) can be systematized into four main vectors [3].

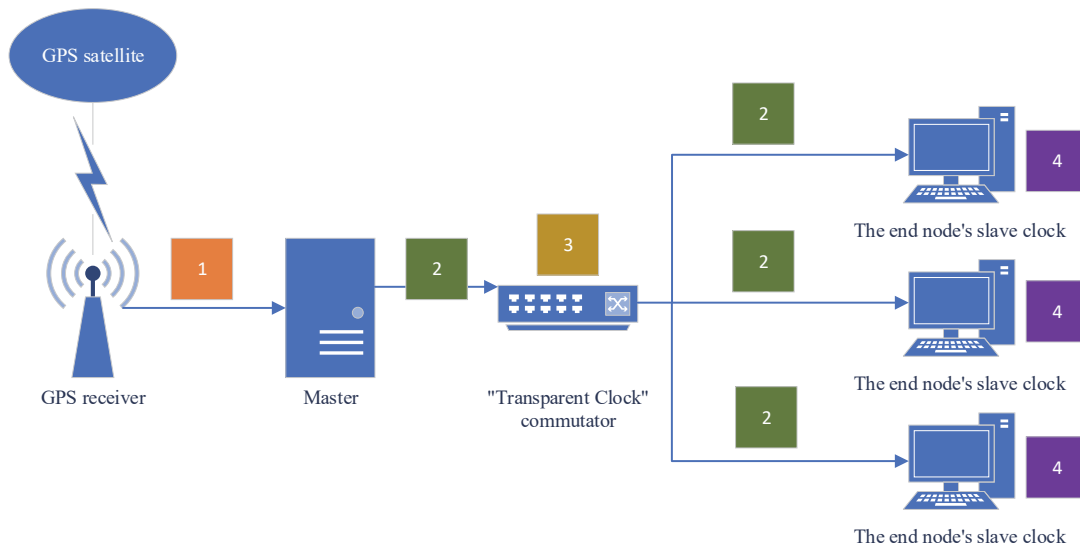


Fig. 1. The attack surface of the PTP network

1. Master Clock Attack: GPS spoofing or local timestamp manipulation, causing cascading desynchronization.

2. Communication Link Attack: Injecting asymmetric delays into Sync packets, directly translating into offset errors.
3. Transparent Clock (TC) Attack: Manipulating the correctionField residence times, introducing systematic errors for all downstream nodes.
4. Slave Clock Attack: Localized compromise, which can also be used to inject modified packets to deceive the master selection system.

A critical and atypical threat is an Advanced Persistent Threat (APT) from within the local network [2]. Unlike external attacks, an insider with valid credentials bypasses standard cryptographic protections (e.g., IEEE 1588 Annex K) [2, 4]. The attacker exploits the Best Master Clock Algorithm (BMCA) by broadcasting a forged ANNOUNCE message with artificially inflated priority (Priority Inversion) [4]. Upon seizing the Master role, the attacker arbitrarily shifts the system time of all slave nodes, which can lead to catastrophic failures in safety-critical systems.

Formally, this represents a Byzantine Generals Problem [4]. According to the Lamport-Shostak-Pease algorithm, mitigating f Byzantine nodes requires at least $n \geq 3f + 1$ legitimate participants. Existing solutions, such as Multi-Source PTP (MS-PTP), rely on time crowdsourcing and redundancy [4]. However, deploying MS-PTP in isolated Critical Information Infrastructure (CII) is unfeasible. In cases of local server shortages, MS-PTP requires fallback to external NTP servers [4], which violates the strict air-gap isolation of CII, introduces external attack vectors, and provides millisecond-level accuracy incompatible with industrial nanosecond requirements [1].

In conclusion, standard cryptographic tools (Annex K) cannot defend against insider delay attacks and BMCA hijacking. There is a critical need to develop novel, lightweight distributed consensus algorithms based on the statistical coherence of time measurements. Such mechanisms must operate exclusively within isolated local networks, ensuring Byzantine fault tolerance without relying on costly external time references or unsecured Internet connections.

REFERENCE

1. Xu Y. A Review of Research on Secure Time Synchronization Technology of Precision Time Protocol // Journal of Computer Science and Artificial Intelligence. 2025. Vol. 4, No. 1. P. 27-33.
2. Alghamdi W., Schukat M. A Security Enhancement of the Precision Time Protocol Using a Trusted Supervisor Node // Sensors. 2022. Vol. 22. No. 10. P. 3671.
3. Idrees Z., Latif S., Tahir H., Zheng L. Enhancing IEEE 1588 PTP security for IIoT networks: A lightweight attack detection and mitigation framework // Internet of Things. 2025. Vol. 33. P. 101669.
4. Shi S., Xiao Y., Du C. et al. MS-PTP: Protecting Network Timing from Byzantine Attacks // Proceedings of the 16th ACM Conference on Security and Privacy in Wireless and Mobile Networks (WiSec '23). 2023. P. 61-71.

BIOGRAPHY

Alexander A. Novikov. I work as an Information Security Specialist and an Assistant at the Department Computing Machines, Systems and Networks at the Moscow Aviation Institute (National Research University). My research interests include the security of time synchronization protocols and technical channels of information leakage.

I, Roman Valerievich Kim, PhD, am the head of the Department of Computers, Systems, and Networks at the Moscow Aviation Institute (National Research University). My research interests include – aircraft navigation and control, technical systems maintenance, predictive analytics, information security.

ДЕКЛАРАТИВНАЯ ПЛАТФОРМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАЗВЁРТЫВАНИЯ МИКРОСЕРВИСОВ В КЛАСТЕРЕ KUBERNETES НА ОСНОВЕ ШАБЛОНИЗАЦИИ HELM И СЕРВИСНОЙ СЕТКИ ISTIO

Б.М. Клишевич

*Национальный исследовательский технологический университет МИСиС, Москва,
Россия, funya7654@gmail.com*

Рассмотрена проблема трудоёмкости и неоднородности развёртывания микросервисов в кластере Kubernetes. Предложена декларативная платформа, при которой разработчику для развёртывания сервиса достаточно описать один манифест с основными параметрами, а полный набор инфраструктурных объектов формируется автоматически средствами Helm-шаблонизации. На примере структуры чартов, механизма динамической генерации конфигураций и интеграции с сервисной сеткой Istio показано, что предложенный подход снижает порог входа, сокращает число конфигурационных ошибок и время развёртывания.

Современные программные системы всё чаще строятся по микросервисной архитектуре, при которой приложение разбивается на множество слабосвязанных сервисов, разворачиваемых и масштабируемых независимо. Стандартной средой исполнения для таких систем стал Kubernetes - система оркестрации контейнеров, обеспечивающая автоматическое размещение, масштабирование и перезапуск нагрузок [1]. Однако с ростом числа сервисов растёт и объём сопровождающих их конфигураций: для каждого микросервиса требуется описать набор объектов Kubernetes - Deployment (контроллер развёртывания), Service (объект сетевого доступа), а при использовании сервисной сетки – также VirtualService (VS, правила маршрутизации трафика) и Gateway (GW, точка входа трафика в кластер).

На практике эти манифесты в значительной мере однотипны и отличаются лишь небольшим числом параметров, однако описываются вручную для каждого сервиса. Это приводит к дублированию конфигураций, неоднородности оформления между командами, росту числа конфигурационных ошибок и высокому порогу входа для разработчика, не являющегося инженером инфраструктуры. В результате простое по сути действие – развёртывание очередного микросервиса – требует значительных трудозатрат и специальных знаний.

Цель работы – снизить трудоёмкость и количество ошибок при развёртывании микросервисов в кластере Kubernetes за счёт разработки декларативной платформы, в которой полный набор инфраструктурных объектов формируется автоматически из единого манифеста средствами менеджера пакетов Helm, а сетевая связность обеспечивается предустановленной сервисной сеткой Istio.

В основу платформы положен принцип декларативного самообслуживания: разработчик описывает желаемое состояние сервиса в одном манифесте, а вся низкоуровневая конфигурация генерируется платформой автоматически. Платформа реализована на базе менеджера пакетов Helm, который позволяет описывать объекты Kubernetes в виде параметризованных шаблонов и подставлять в них значения из конфигурационных файлов [2].

Ядром платформы является базовый Helm-чарт, содержащий шаблоны четырёх ключевых объектов: Deployment, Service, VirtualService и Gateway. Шаблоны написаны таким образом, что итоговый набор манифестов формируется динамически в зависимости от параметров, заданных пользователем. Конфигурации организованы в иерархическую структуру каталогов: на верхнем уровне располагается каталог сервиса (например, backend), внутри него – разделение по окружениям (prod и dev), а уже внутри окружения – манифесты отдельных микросервисов. Такая структура обеспечивает изоляцию окружений и единообразие конфигураций при их наследовании.

Сетевой слой платформы построен на сервисной сетке Istio, предварительно установленной в кластере [3]. Istio берёт на себя маршрутизацию трафика, балансировку нагрузки и управление входящими соединениями, что позволяет вынести сетевую логику из прикладного кода и описывать её декларативно через объекты VirtualService и Gateway.

Для развёртывания микросервиса разработчику достаточно описать манифест с ограниченным набором параметров. К обязательным параметрам относятся: вычислительные ресурсы (resources – запросы и лимиты по процессору и памяти), число реплик (replicas) и точка входа контейнера (entrypoint), которая при необходимости может быть переопределена пользовательским значением. К опциональным параметрам относится подключение объекта ConfigMap (хранилище конфигурационных данных), указываемое по желанию. Включение и отключение отдельных блоков конфигурации – таких как пользовательский entrypoint или ConfigMap – управляется набором логических флагов: при выключенном флаге соответствующий фрагмент манифеста не генерируется. На основании заданных параметров Helm формирует полный набор объектов Kubernetes, подставляя значения в шаблоны базового чарта.

Развёртывание микросервиса сведено к описанию одного компактного манифеста с несколькими основными параметрами вместо ручного составления четырёх и более объектов Kubernetes. Это существенно снизило порог входа для разработчиков, сократило время развёртывания и количество конфигурационных ошибок, обусловленных ручным копированием и редактированием манифестов.

Конфигурации микросервисов разделены по окружениям `prod` и `dev` в рамках единой структуры каталогов. Общие для окружений значения задаются на уровне сервиса, а специфичные – переопределяются на уровне конкретного окружения. Такой подход реализует наследование значений и исключает дублирование общих параметров.

Достигнуто единообразие конфигураций между окружениями и командами при сохранении возможности гибкой настройки каждого окружения. Изоляция `prod` и `dev` снижает риск непреднамеренного влияния изменений в тестовом окружении на промышленное.

Объекты `VirtualService` и `Gateway`, отвечающие за маршрутизацию и приём внешнего трафика, генерируются автоматически на основе параметров манифеста средствами того же базового чарта. Разработчику не требуется вручную описывать правила маршрутизации или настраивать точку входа в кластер.

Сетевая связность микросервиса обеспечивается без ручной настройки сети: после развёртывания сервис автоматически доступен через сервисную сетку. Это устраняет класс ошибок, связанных с ручным конфигурированием маршрутизации, и дополнительно сокращает время вывода сервиса в эксплуатацию.

Предложенная декларативная платформа автоматизированного развёртывания микросервисов реализует принцип самообслуживания, при котором разработчику для развёртывания сервиса достаточно описать единый манифест с основными параметрами, а полный набор инфраструктурных объектов Kubernetes формируется автоматически средствами шаблонизации `Helm`. Иерархическая структура конфигураций обеспечивает изоляцию окружений и единообразие настроек, а интеграция с предустановленной сервисной сеткой `Istio` - готовую сетевую связность без ручного конфигурирования. В совокупности эти решения снизили трудоёмкость и порог входа при развёртывании, сократили время вывода сервисов в эксплуатацию и уменьшили число конфигурационных ошибок, повысив тем самым надёжность и воспроизводимость процесса развёртывания микросервисов в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Burns B, Beda J, Hightower K, Evenson L. Kubernetes: Up and Running. 3rd ed. Sebastopol: O'Reilly Media; 2022:328 p.
2. Helm Authors. Helm Documentation: Chart Template Guide. Cloud Native Computing Foundation; 2024. URL: <https://helm.sh/docs/>
3. Calcote L, Butcher Z. Istio: Up and Running. Sebastopol: O'Reilly Media; 2019:268 p.

БИОГРАФИЯ

Я, Клишевич Борис Михайлович, студент 4 курса Национального исследовательского технологического университета МИСиС. Специализируюсь в области DevOps и инфраструктурной инженерии: имею практический опыт работы с Kubernetes, Helm, сервисными сетками, средствами непрерывной интеграции и доставки (CI/CD), мониторинга и инфраструктуры как кода. Развиваю компетенции в направлении инженерии надёжности (Site Reliability Engineering, SRE) – обеспечения отказоустойчивости распределённых систем. Область научных интересов включает автоматизацию развёртывания, платформенную инженерию и информационную безопасность программного обеспечения.

A DECLARATIVE PLATFORM FOR AUTOMATED MICROSERVICE DEPLOYMENT IN A KUBERNETES CLUSTER BASED ON HELM TEMPLATING AND THE ISTIO SERVICE MESH

B.M. Klishevich

*National University of Science and Technology MISIS, Moscow, Russia,
funya7654@gmail.com*

As modern software systems increasingly adopt microservice architectures, applications are split into many loosely coupled services deployed and scaled independently. Kubernetes has become the standard runtime for such systems, providing automated scheduling, scaling, and self-healing of workloads. However, as the number of services grows, so does the volume of accompanying configuration: each microservice requires a set of Kubernetes objects to be described - a Deployment, a Service, and, when a service mesh is used, also a VirtualService and a Gateway. In practice these manifests are largely uniform and differ only in a small number of parameters, yet they are written manually for every service, leading to configuration duplication, inconsistency across teams, a higher number of errors, and a steep entry barrier for developers who are not infrastructure engineers.

The purpose of this work is to reduce the labor intensity and the number of errors in microservice deployment within a Kubernetes cluster by developing a declarative platform in which the full set of infrastructure objects is generated automatically from a single manifest using the Helm package manager, while network connectivity is provided by a preinstalled Istio service mesh.

The platform is built on the principle of declarative self-service: a developer describes the desired state of a service in a single manifest, and all low-level configuration is generated automatically. Its core is a base Helm chart containing templates for four key objects - Deployment, Service, VirtualService, and Gateway – from which the final set of manifests is rendered dynamically according to user-supplied parameters.

To deploy a microservice, the developer specifies only a limited set of parameters: mandatory ones such as compute resources (CPU and memory requests and limits), the number of replicas, and the container entrypoint (which may be overridden with a custom value), and optional ones such as a ConfigMap. The inclusion or exclusion of individual configuration blocks is controlled by logical flags. Configurations are organized into a hierarchical directory structure – service, environment (prod and dev), and individual microservices – which provides environment isolation and configuration uniformity through value inheritance.

Network connectivity is handled by the Istio service mesh: the VirtualService and Gateway objects responsible for traffic routing and external ingress are generated automatically by the same base chart, so the service becomes reachable after deployment without any manual network configuration.

As a result, deploying a microservice is reduced to writing one compact manifest instead of manually composing four or more Kubernetes objects. This significantly lowers the entry barrier for developers, shortens deployment time, reduces the number of configuration errors, and improves the reliability and reproducibility of the microservice deployment process as a whole.

Keywords: Kubernetes, Helm, Istio, service mesh, microservices, declarative deployment, infrastructure as code, automation, DevOps, platform engineering.

REFERENCE

1. Burns B, Beda J, Hightower K, Evenson L. Kubernetes: Up and Running. 3rd ed. Sebastopol: O'Reilly Media; 2022:328 p.
2. Helm Authors. Helm Documentation: Chart Template Guide. Cloud Native Computing Foundation; 2024. URL: <https://helm.sh/docs/>
3. Calcote L, Butcher Z. Istio: Up and Running. Sebastopol: O'Reilly Media; 2019:268 p.

BIOGRAPHY

My name is Boris Mikhailovich Klishevich. I am a fourth-year student at the National University of Science and Technology MISIS. I specialize in DevOps and infrastructure engineering, with hands-on experience in Kubernetes, Helm, service meshes, CI/CD, monitoring, and infrastructure as code, and I am developing my competencies in Site Reliability Engineering (SRE). My research interests include deployment automation, platform engineering, and software security.

К МОДЕЛИРОВАНИЮ БИОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

С.О. Ю¹, О.М. Цой²

¹ ООО «ИРЦ», Хабаровск, Россия, lanayu@list.ru

² Независимый исследователь, Хабаровск, Россия, tsoi-olg@yandex.ru

Представлен алгоритм построения периодического сигнала, синтезированный из гармонических колебаний, для воздействия на биологическую систему.

Со временем, состояние компонент в биологической системе нуждается в корректровке, в противном случае ее может привести к разрушению. Одним из возможных механизмов воздействия являются инфразвуковые волны с различными частотами, несмотря на публикации о негативном их влиянии [1]. Эти волны могут проникать беспрепятственно в глубокие ткани и при этом оказывая те или иные воздействия. В частности, о позитивном влиянии можно ознакомиться в работах [2 и др.].

В качестве сигнала воздействия, на этапе экспериментальных работ, рассмотрим сложный периодический сигнал, синтезированный из гармонических колебаний с частотами инфразвукового диапазона 1÷16 Гц, а амплитуды которых убывают при их возрастании [3].

Постановка задачи. Формула Фурье для синтезированного сигнала $y(t)$, $s(t)$:

$$y(t) = s(t) + \eta(t) = \sum_{i=1}^{16} A_i \sin(2\pi(f_i / 60)t + \varphi_i) + \eta(t).$$

Для i -ой гармоники: f_i , Гц – частота, A_i – амплитуда, φ_i , рад – начальная фаза; n – число гармоник, $\eta(t)$ – случайная компонента, представляющая собой непериодическую функцию (помеха), при моделировании примем $\eta(t) \equiv 0$ и $\varphi_i \equiv 0$.

Рассмотрим 4 варианта. В табл. 1–4 приведены исходные данные для расчета сложных периодических сигналов, синтезированных из гармонических колебаний.

Таблица 1

Исходные данные к варианту 1

f Гц	A дБ Лин	f Гц	A дБ Лин	f Гц	A дБ Лин
1	16	7	10	13	4
2	15	8	9	14	3
3	14	9	8	15	2
4	13	10	7	16	1
5	12	11	6		
6	11	12	5		

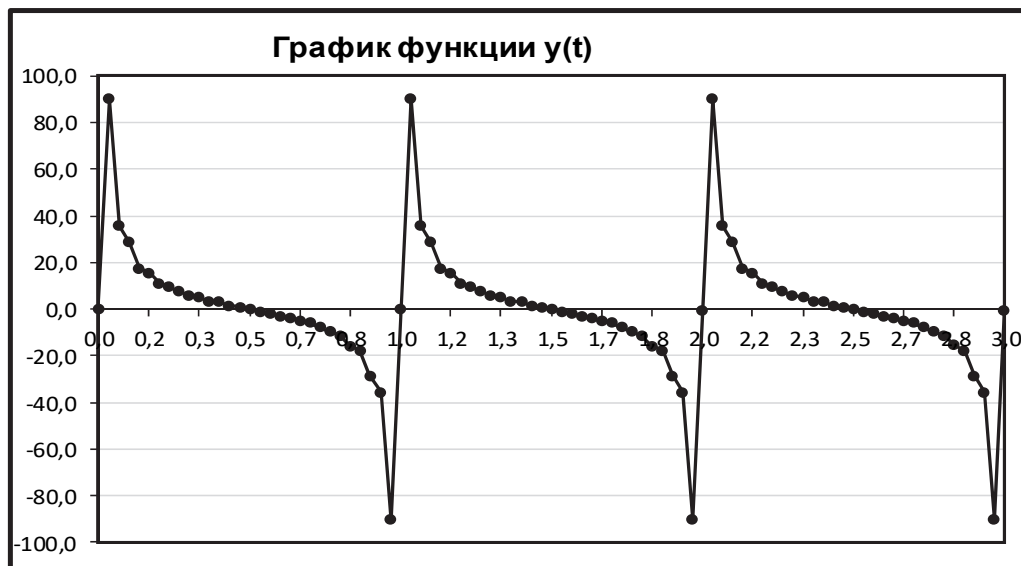


Рис. 1. График $y(t)$ с равномерным распределением амплитуд, частотами 1, 2, ..., 15, 16 Гц; интервал амплитуд – [1, 16] дБ Лин; $t \in [0; 3]$ сек

$\text{Max } |y(t)| = 90,2 \text{ дБ Лин.}$

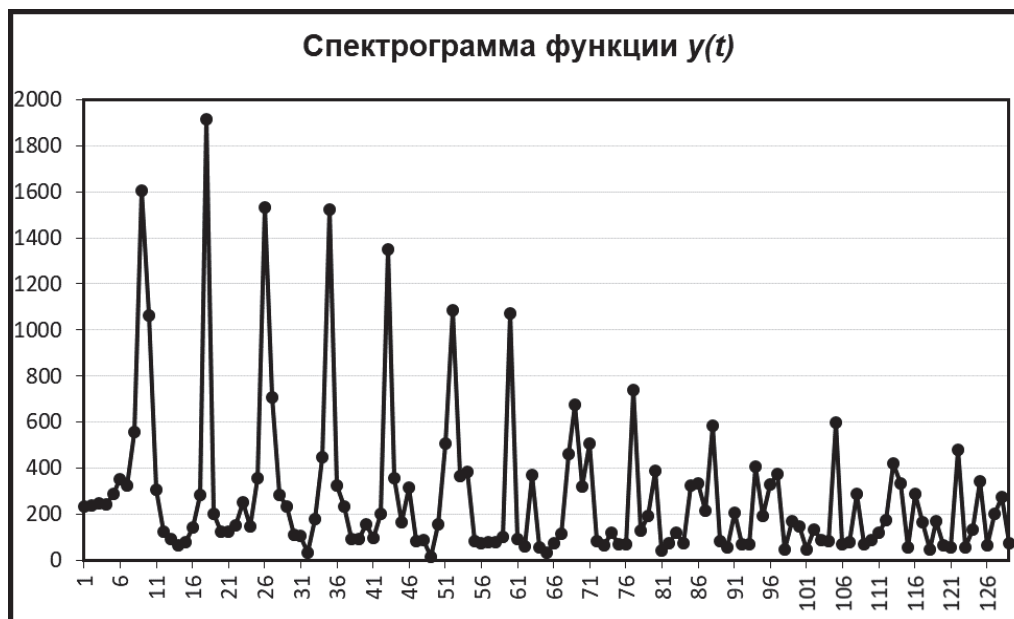


Рис. 2. Фрагмент Фурье-спектра по данным $y(t)$, $t \in [0; 3]$ сек. [EXCEL, Метод Фурье]

Таблица 2

Исходные данные к варианту 2

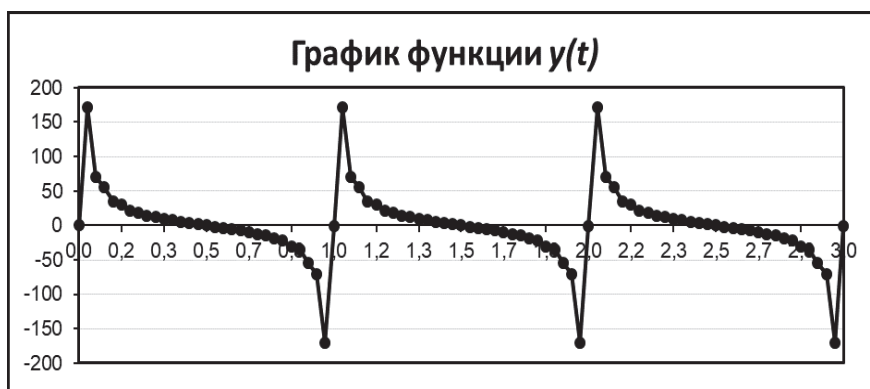
f Гц	A дБ Лин	f Гц	A дБ Лин	f Гц	A дБ Лин
1	20	7	10	13	4
2	18	8	9	14	3
3	16	9	8	15	2
4	14	10	7	16	1
5	12	11	6	–	–
6	11	12	5	–	–

$\text{Max } |y(t)| = 94,2$ дБ Лин. Неравномерное распределение амплитуд в интервале – [1, 20] дБ Лин.

Таблица 3

Исходные данные к варианту 3

f Гц	A дБ Лин	f Гц	A дБ Лин	f Гц	A дБ Лин
1	31	7	19	13	7
2	29	8	17	14	5
3	27	9	15	15	3
4	25	10	13	16	1
5	23	11	11	–	–
6	21	12	9	–	–



$\text{Max } |y(t)| = 171$ дБ Лин. Неравномерное распределение амплитуд в интервале – [1; 31] дБ Лин.

Таблица 4

Исходные данные к варианту 4

f Гц	A дБ Лин	f Гц	A дБ Лин	f Гц	A дБ Лин
1	11	7	6,5	13	2,5
2	10	8	6	14	2
3	9	9	5,5	15	1,5
4	8	10	5	16	0,5
5	7,5	11	4	–	–
6	7	12	3	–	–

$\max |y(t)| = 58,75$ дБ Лин. Неравномерное распределение амплитуд в интервале – [1; 11] дБ Лин.

Заключение. В техническом отношении получить $y(t)$ или $(s(t))$ не представляет проблем, однако вопрос применимости остается открытым. На начальном этапе экспериментальных работ, по-видимому, следует руководствоваться гипотезой иерархии характеристик колебаний компонент сложной системы [3] и нормативными данными [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов Н.И. Биомеханические механизмы действия низкочастотных акустических колебаний на человека / Н.И. Иванов, В.Н. Зинкин, Л.П. Сливина. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biomechanicheskie-mehanizmy-deystviya-nizkochastotnyh-akusticheskikh-kolebaniy-na-cheloveka> (дата обращения: 13.06.2025).
2. Зеликман М.Х. Новое об инфразвуке в биологии и медицине / М.Х. Зеликман, Е.И. Сидоренко; Рос. гос. мед. ун-т. – М.: РГМУ, 1999. – 156 с.
3. Ю С.О. Гипотеза о существовании иерархии характеристик колебаний компонент сложной системы на примере биологической / С.О. Ю, О.М. Цой // XXV Международная конференция по науке и технологиям Россия-Корея-СНГ. Москва, 17-19 июля 2025: труды конференции / Коллектив авторов. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2025. С.114– 119.
4. СН 2.2.4/2.1.8.583-96 – Редакция от 31.10.1996, N 52. Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=9&documentId=32343#10> (дата обращения: 13.05.2026).

БИОГРАФИЯ

Я, Ю Светлана Олеговна, работаю в области изучения закономерностей в системе общество-природа и специализируюсь по исследованию психологии человека. Работаю психологом в ООО «ИРЦ». Специалист с 2013 года. Область моих научных интересов включает профилактические аспекты по оздоровлению человека при воздействии негативных природных факторов.

Я, Цой Олег Миронович, кандидат физ.-мат. наук, как независимый исследователь продолжаю работать в области моделирования сложных систем. Специализируюсь по разработке прогностических моделей природных процессов.

ON THE MODELING OF BIOLOGICAL SYSTEMS

S.O. Iu¹, O.M. Tsoi²¹ IRTs LLC, Khabarovsk, Russia, lanayu@list.ru² Independent Researcher, Khabarovsk, Russia, tsoi-olg@yandex.ru

An algorithm for constructing a periodic signal synthesized from harmonic vibrations for influencing a biological system is presented.

Over time, the condition of the components in the biological system needs to be adjusted, otherwise, it may lead to its destruction. One of the possible impact mechanisms is infrasound waves with different frequencies, despite the publications about their negative effect [1]. These waves can penetrate unhindered into deep tissues and at the same time have certain effects. In particular, the positive effect can be found in the publications of Zelikman M. Kh., Sidorenko E.I. [2], and other researchers.

At the modeling stage, a complex periodic signal synthesized from harmonic vibrations with frequencies of the infrasound range 1÷16 Hz, and whose amplitudes decrease as they increase, is considered as an impact signal.

Task definition.

The Fourier formula for the synthesized signal $y(t)$, $s(t)$:

$$y(t) = s(t) + \eta(t) = \sum_{i=1}^{16} A_i \sin(2\pi(f_i / 60)t + \varphi_i) + \eta(t).$$

For the i -th harmonic: f_i Hz is the frequency, A_i is the amplitude, φ_i rad is the initial phase; n is the number of harmonics, and $\eta(t)$ is a random component representing a non-periodic function (interference). When modeling, we assume $\eta(t) \equiv 0$.

4 variants were considered, and Tables 1-4 provide data for calculating complex periodic signals synthesized from harmonic vibrations.

REFERENCE

1. Ivanov N.I. Biomechanical Mechanisms of Action of Low-Frequency Acoustic Vibrations on a Person / N.I. Ivanov, V.N. Zinkin, L.P. Slivkina. [Electronic resource]. – Access mode: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biomehanicheskie-mehanizmy-deystviya-nizkochastotnyh-akusticheskikh-kolebaniy-na-cheloveka> (date of request: 03.06.2025).
2. Zelikman M.Kh. New Information about Infrasound in Biology and Medicine / M. Kh. Zelikman, E.I. Sidorenko; Russian State Medical University. – M.: RSMU, 1999. – 156 p.

BIOGRAPHY

I, Iu Svetlana Olegovna, work in the field of studying patterns in the society-nature system and specialize in the study of human psychology. I work as a psychologist at IRTs LLC, Khabarovsk since 2013. My research interests include preventive aspects of human health improvement under the influence of negative natural factors.

I, Tsoi Oleg Mironovich, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, being an independent researcher, continue to work in the field of modeling complex systems. I specialize in the development of predictive models of natural processes.

ХИМИЯ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

CHEMISTRY AND NEW MATERIALS

SMART-ПОКРЫТИЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПРОЦЕССА КОРРОЗИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**А.С. Гнеденков, В.С. Марченко, А.Д. Номеровский, Я.И. Кононенко,
С.Л. Синебрюхов, С.В. Гнеденков**

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии
Дальневосточного отделения Российской академии наук, Владивосток, Россия,
asgnedenkov@mail.ru*

В работе представлен стратегический метод реализации направленной модификации поверхности магниевых сплавов, заключающийся в формировании плазменным электролитическим оксидированием гетерооксидных слоев заданной структуры и состава, с последующим внедрением в покрытие ингибиторов коррозии, а также полимеров.

Магний и его сплавы, благодаря комплексу функциональных свойств, являются перспективными материалами для использования в различных сферах промышленности. Хорошие прочностные свойства и способность к биодegradации делают магниевые сплавы пригодными для изготовления медицинских имплантационных и стентовых устройств. В то же время низкая коррозионная стойкость и, как следствие, локальное подщелачивание и выделение водорода сильно ограничивают применение этих материалов в медицине. Поэтому ведутся постоянные исследования по улучшению их коррозионной стойкости. Разработаны различные методы, такие как легирование, термическая обработка, ионная имплантация, формирование покрытий (в том числе с использованием ингибиторов коррозии) [1].

Плазменное электролитическое оксидирование (ПЭО) – это метод поверхностной обработки, включающий электрохимическое окисление вентильного металла или сплава при высоком значении напряжения, вызывающем протекание плазменных микрозарядов. В результате данного процесса формируется защитная керамикоподобная оксидная пленка на металлической поверхности, повышающая устойчивость материала к коррозии и износу и увеличивающая тем самым срок службы изделия. Следует отметить, что сформированный ПЭО-слой не обеспечивает длительной защиты материала от коррозии в агрессивной среде из-за наличия микропор и трещин на его поверхности. Тем не менее, пористая структура ПЭО-слоев позволяет быть

основой (резервуаром с достаточной вместимостью для хранения химических веществ) для создания гибридных покрытий с различными функциями, например свойством самозалечивания при введении в состав защитного слоя ингибиторов коррозии. Более того, в настоящее время ведутся работы по формированию покрытий на базе ПЭО-слоя, обладающих функцией самовосстановления и включающих в себя специально подобранные наноконтейнеры с ингибитором коррозии.

В данном исследовании были разработаны способы создания покрытий с функцией самозалечивания при использовании различных наноконтейнеров для ингибиторов коррозии. Исследованы способы модификации поверхности биорезорбируемого магниевого сплава (на примере МА8 – система Mg–Mn), а также магния АТMg, полученного по аддитивной технологии, путем формирования гибридных покрытий, содержащих органические биосовместимые ингибиторы коррозии и биорезорбируемый полимерный материал с целью снижения скорости деградации сплава за счет функции активной защиты от коррозии пролонгированного действия.

Методом ПЭО на поверхности материала сформировано пористое керамикоподобное покрытие. Определены безвредные для человека ингибирующие вещества, пригодные для защиты от коррозии перспективных в биомедицине магниевых сплавов. На примере бензотриазола (ВТА) и олеата натрия (NaOl) подобран и оптимизирован способ наиболее эффективного импрегнирования пор ПЭО-слоя ингибиторами коррозии, а также снижения скорости его выхода из гетерооксидной матрицы (удержания ингибиторов в порах покрытия) путем обработки полученных композиционных покрытий биорезорбируемым полимерным материалом – поликапролактоном (ПКЛ) [1].

Проведена оценка электрохимического поведения гибридных покрытий на сплаве МА8 с ПЭО-слоем, обработанным последовательно ингибитором и поликапролактоном, при долговременной выдержке в растворе, имитирующем плазму крови человека (раствор Хэнкса). Олеат- и бензотриазолсодержащие поверхностные слои характеризуются стабильностью коррозионного поведения в течение 7 сут выдержки в этом растворе. Установлено, что запечатывание пор ПЭО-покрытия полимерным материалом способствует существенному снижению количества ингибитора, диффундирующего в коррозионно-активный раствор. Это важно для пролонгирования эффекта активной антикоррозионной защиты формируемых гибридных слоев. Результат подтверждает эффективность предложенного способа модификации поверхности биорезорбируемых магниевых сплавов.

Разработан способ направленной модификации сформированного в силикатно-фторидном электролите ПЭО-слоя, выступающего в роли пористой матрицы для дальнейшей функционализации с помощью синтезированных на его поверхности слоистых двойных гидроксидов (СДГ), импрегнированных ВТА [2]. В результате данной обработки поверхности магниевых сплавов происходит снижение скорости коррозии образцов на 30 %, в сравнении со значением для образца с базовым ПЭО-покрытием.

Разработан способ формирования гибридного покрытия с функцией активной защиты от коррозии при использовании в качестве наноконтейнеров для ингибитора галлуазитных нанотрубок (ГНТ) [3]. Определен оптимальный способ импрегнирова-

ния ГНТ ингибитором коррозии бензотриазолом и их введения в матрицу биорезорбируемого полимерного материала – поликапролактона. Оценена локальная электрохимическая активность образцов с гибридным покрытием, содержащим ГНТ с бензотриазолом, *in vitro* в растворе Хэнкса. Установлено, что в процессе 24 ч выдержки таких образцов с предварительно созданным в покрытии поверхностным дефектом наблюдается подавление процесса коррозии на микроуровне, подтверждающее проявление эффекта самозалечивания.

Установлен механизм деградации образцов с гибридными бензотриазолсодержащими слоями и определено участие ингибитора коррозии в процессе самозалечивания. В результате активации коррозионного процесса и контролируемого выхода ингибитора из пор ПЭО-покрытия, СДГ или ГНТ происходит снижение коррозионной активности материала за счет адсорбции ВТА на поверхности магния и его сплавов в области дефекта и образования малорастворимого комплекса. Такой пассивирующий слой препятствует проникновению агрессивных хлорид-ионов и обеспечивает формирование кристаллических продуктов коррозии, защищающих материал от деградации.

На основе результатов комплексного анализа установлена эффективность и перспективность применения гибридных покрытий, содержащих различные наноконтейнеры (поры ПЭО-слоя, слоистые двойные гидроксиды, галлузитные нанотрубки), загруженные биосовместимым ингибитором коррозии, и биорезорбируемый полимерный материал поликапролактон для контроля над процессом резорбции изделий биомедицинского назначения из магния и его сплавов. Сформированное на поверхности магниевового сплава и магния, полученного по аддитивной технологии, smart-покрытие может расширить область практического применения функционального и конструкционного материала.

Формирование smart-покрытий и изучение коррозионного поведения образцов выполнено при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 24-73-10008). Исследование химического состава защитных слоев проведено в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № FWFN–2024–0001).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гнеденков А.С., Синебрюхов С.Л., Марченко В.С., Номеровский А.Д., Кононенко Я.И., Сергиенко В.И., С.В. Гнеденков. Самозалечивающиеся покрытия для защиты функциональных материалов от коррозии: стратегии формирования, механизм действия. Москва: АО "РИЦ "ТЕХНОСФЕРА, 2025. 358 с.
2. Gnedenkov A.S., Sinebryukhov S.L., Nomerovskii A.D., Filonina V.S., Ustinov A.Y., Gnedenkov S. V. Design of self-healing PEO-based protective layers containing in-situ grown LDH loaded with inhibitor on the MA8 magnesium alloy // *Journal of Magnesium and Alloys*. 2023. Vol. 11, № 10. P. 3688–3709.
3. Gnedenkov A.S., Sinebryukhov S.L., Marchenko V.S., Nomerovskii A.D., Ustinov A.Y., Fattah-alhosseini A., Gnedenkov S.V. Efficient and smart hybrid coatings for active corrosion protection of magnesium alloys // *Journal of Magnesium and Alloys*. 2025. Vol. 13, № 9. P. 4475–4499.

БИОГРАФИЯ

Я, Гнеденков Андрей Сергеевич, работаю в области химии и науки о материалах и специализируюсь на изучении коррозионной деградации конструкционных и функциональных материалов для направленного формирования защитных smart-покрытий. Работаю главным научным сотрудником, заведующим лабораторией ФГБУН Институт химии Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Владивосток. Доктор химических наук с 2021 года. Профессор РАН с 2022 года. Область моих научных интересов включает защитные, гибридные покрытия; металлы и сплавы; биodeградация; имплантационный материал; персонализированная медицина.

SMART-COATINGS OF NEW-GENERATION FOR CONTROLLING THE CORROSION PROCESS OF FUNCTIONAL MATERIALS

**A.S. Gnedenkov, V.S. Marchenko, A.D. Nomerovskii, Ya.I. Kononenko,
S.L. Sinebryukhov, S.V. Gnedenkov**

*Institute of Chemistry, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok,
Russia, asgnedenkov@mail.ru*

The paper presents a strategic method for implementing targeted modification of the surface of magnesium alloys, which consists of the formation of heterooxide layers of a given structure and composition by plasma electrolytic oxidation, followed by the introduction of corrosion inhibitors and polymers into the coating.

Magnesium and its alloys due to their comprehensive functional properties are promising materials for use in various industrial applications. Their good strength properties and biodegradability make magnesium alloys suitable for the manufacture of medical implant and stent devices. However, low corrosion resistance and, consequently, localized alkalization with hydrogen evolution significantly limit the use of these materials in medicine. Therefore, ongoing research is underway to improve their corrosion resistance [1].

In this study the methods of self-healing coating formation for corrosion protection of magnesium alloys were developed. Based on the results of a comprehensive analysis, the effectiveness and potential of hybrid coatings containing various nanocontainers (pores of the coating, layered double hydroxides, halloysite nanotubes) loaded with a biocompatible corrosion inhibitor and the bioresorbable polymer polycaprolactone were established for controlling the resorption process of biomedical products made of magnesium and its alloys. The smart-coating formed on the surface of a magnesium alloy and magnesium produced using additive manufacturing can expand the practical application range of this functional and structural material [2-3].

The formation of smart-coatings and the study of the corrosion behavior of the samples were supported by a grant of Russian Science Foundation (Project No. 24-73-10008).

The study of the chemical composition of the protective layers was conducted as part of a state assignment from the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (Project No. FWFN–2024–0001).

REFERENCE

1. Gnedenkov A.S., Sinebryukhov S.L., Marchenko V.S., Nomerovskii A.D., Kononenko Y.I., Sergienko V.I., Gnedenkov S.V. Self-healing coatings for corrosion protection of functional materials: formation strategies, mechanism of action. Moscow: TECHNOSPHERA JSC, 2025. 358 p.
2. Gnedenkov A.S., Sinebryukhov S.L., Nomerovskii A.D., Filonina V.S., Ustinov A.Y., Gnedenkov S. V. Design of self-healing PEO-based protective layers containing in-situ grown LDH loaded with inhibitor on the MA8 magnesium alloy // Journal of Magnesium and Alloys. 2023. Vol. 11, № 10. P. 3688–3709.
3. Gnedenkov A.S., Sinebryukhov S.L., Marchenko V.S., Nomerovskii A.D., Ustinov A.Y., Fattah-alhosseini A., Gnedenkov S.V. Efficient and smart hybrid coatings for active corrosion protection of magnesium alloys // Journal of Magnesium and Alloys. 2025. Vol. 13, № 9. P. 4475–4499.

BIOGRAPHY

My name is Andrey Sergeevich Gnedenkov. I work in the field of chemistry and materials science and specialize in the study of corrosion degradation of structural and functional materials for the targeted formation of protective smart-coatings. I work as a principal researcher and head of the laboratory at the Institute of Chemistry FEB RAS, Vladivostok. D.Sc. in 2021 and Professor of RAS in 2022. My research interests include protective and hybrid coatings; metals and alloys; biodegradation; implant materials; personalized medicine.

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МОС НА ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ В NI-AL СПЛАВАХ

Е.Д. Ким¹, И.Е. Макаренко¹, Э.Х. Ри¹, К.Б. Ким²

¹ Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск

² Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж

Исследованы микроструктура, фазовый состав и микротвердость пяти композитов системы NiAl–MoC с содержанием Mo от 9,7 до 26,9 мас.%. Установлено, что структура композитов представлена матрицей NiAl, в которой распределены упрочняющие фазы – карбид MoC, β -(Ni,Mo)Al и, начиная с состава 2MoC, $Al_3(Mo,Ni)_2$. С ростом концентрации Mo объемная доля карбида MoC немонотонно изменяется от 4,4 до 17,8 %, а доля β -(Ni,Mo)Al возрастает до 50,1 %. Микротвердость композитов увеличивается от 543 до 823 HV, что коррелирует с ростом суммарной доли упрочняющих фаз.

Интерметаллид NiAl привлекает внимание благодаря высокой температуре плавления (1638 °C), низкой плотности (5,86 г/см³), высокому модулю Юнга (240 ГПа), хорошей теплопроводности и коррозионной стойкости [1]. Однако низкая пластичность и ударная вязкость при комнатной температуре в сочетании с недостаточной жаропрочностью ограничивают его применение. Для преодоления этих недостатков активно исследуются различные упрочняющие стратегии, среди которых особенно эффективным оказалось введение керамических частиц [2].

Однофазные керамические частицы, такие как Al₂O₃, ZrO₂, TiC, HfC, TiB₂ и ZrB₂, значительно улучшают свойства NiAl благодаря прочной межфазной связи и термической стабильности [3].

В настоящей работе изучено влияние содержания MoC на фазовый состав, микроструктуру и микротвердость композитов NiAl–MoC.

Пять образцов композитов (условно обозначенных 1MoC ... 5MoC) получали методом СВС смесей порошков NiO, Al и MoO₃, С. Фактический химический состав образцов определён рентгенофлуоресцентным анализом (табл. 1). Микроструктуру исследовали на растровом электронном микроскопе с энергодисперсионной приставкой. Объёмные доли фаз оценивали с помощью программного комплекса Image-Pro Plus. Микротвердость измеряли на микротвердомере Shimadzu HNV-G21DT при нагрузке 20–50 г.

Таблица 1

Элементный состав композитов NiAl–MoC

Сплав	Содержание элементов в сплаве, мас. %			
	C	Al	Ni	Mo
1MoC	5,72	28,93	55,67	9,68
2MoC	4,38	30,25	50,60	14,76
3MoC	3,71	29,00	44,99	22,30
4MoC	5,44	32,96	39,60	22,00
5MoC	4,05	35,86	33,16	26,93

Анализ микроструктуры показал, что все образцы имеют композиционное строение: в алюминидной матрице распределены включения различной формы. Рентгено-спектральный микроанализ позволил идентифицировать следующие структурные составляющие:

- NiAl-матрица – содержит 33–37 мас.% Al, 60–63 мас.% Ni; молибден практически отсутствует.
- Карбид MoC – характеризуется высоким содержанием Mo (70–90 мас.%) и углерода (6–10 мас.%), а также растворёнными Ni и Al.
- β-(Ni,Mo)Al – фаза переменного состава с содержанием Al 30–38 мас.%, Ni 16–35 мас.%, Mo 13–35 мас.%.

– $\text{Al}_3(\text{Mo},\text{Ni})_2$ – появляется в сплавах, начиная с 2MoC, и отличается повышенным содержанием Al (33–39 мас.%) при умеренном количестве Mo (19–47 мас.%).

Объёмное соотношение фаз и значения микротвердости композитов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Объёмные доли фаз и микротвердость композитов

Сплав	Структурные составляющие			Микротвердость, HV
	Карбид MoC, об.%	$\beta\text{-(Ni,Mo)Al}$, об.%	NiAl, об.%	
1MoC	4,4	15,1	80,6	543
2MoC	5,6	15,4	70,9	698
3MoC	14,3	20,9	64,8	763
4MoC	17,8	37,6	44,5	810
5MoC	5,4	50,1	44,4	823

Установлено, что с увеличением концентрации молибдена в сплаве суммарная доля упрочняющих фаз ($\text{MoC} + \beta\text{-(Ni,Mo)Al} + \text{Al}_3(\text{Mo},\text{Ni})_2$) последовательно возрастает, однако относительное содержание карбида MoC изменяется немонотонно: достигает максимума в сплаве 4MoC (17,8 об.%), а затем снижается. При этом в сплаве 5MoC резко возрастает доля β -фазы – до 50,1 об.%. Микротвердость композитов монотонно увеличивается от 543 HV у 1MoC до 823 HV у 5MoC. Такой характер изменения свойств указывает на то, что основной вклад в упрочнение при высоком содержании Mo вносит не столько карбид, сколько интерметаллидные $\beta\text{-(Ni,Mo)Al}$ и $\text{Al}_3(\text{Mo},\text{Ni})_2$ фазы.

Таким образом, регулирование содержания MoC в композитах NiAl–MoC позволяет получать материал с различным соотношением упрочняющих фаз и, как следствие, с заданным уровнем микротвердости. Наибольшую твёрдость демонстрирует композит 5MoC, содержащий около 50 об.% $\beta\text{-(Ni,Mo)Al}$, что открывает перспективы его использования в качестве износостойкого жаропрочного материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zhong Y. et al. Fiber damage and high temperature tensile properties of Al_2O_3 fiber reinforced NiAl-matrix composites with and without hBN-interlayer //Materials Science and Engineering: A. – 2007. – Т. 464. – №. 1-2. – С. 241-248.
2. Bochenek K. et al. Influence of rhenium addition on microstructure, mechanical properties and oxidation resistance of NiAl obtained by powder metallurgy //Materials Science and Engineering: A. – 2018. – Т. 735. – С. 121-130.
3. Gao Y. Y. et al. Effects of nanosized TiCp dispersion on the high-temperature tensile strength and ductility of in situ TiCp/Al-Cu-Mg-Si nanocomposites //Journal of Alloys and Compounds. – 2019. – Т. 774. – С. 425-433.

БИОГРАФИЯ

Я, Ким Евгений Давидович, работаю в области материаловедения и литейного производства и специализируюсь на получении легирующих сплавов из минерального сырья. Работаю доцентом ВШ ПРИ в ФБГОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет» г. Хабаровск. Закончил магистратуру ДВФУ в 2016 году, в 2020 году закончил аспирантуру на кафедре «Литейное производство и технология металлов» в ФБГОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет» г. Хабаровск. В 2021 получил степень кандидата технических наук. Область моих научных интересов включает минеральные концентраты, металлотермический синтез, получение комплексных лигатур, современные ресурсосберегающие технологии производства сплавов.

INFLUENCE OF MoC CONTENT ON PHASE COMPOSITION AND ELEMENT DISTRIBUTION IN Ni–Al ALLOYS

E.D. Kim¹, I.E. Makarenko¹, E.Kh. Ri¹, K.B. Kim²

¹ *Pacific National University, Khabarovsk, Russia*

² *Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia*

NiAl intermetallic compounds are attractive for high-temperature applications owing to their high melting point (1638 °C), low density (5.86 g/cm³) and excellent oxidation resistance [1]. However, low ductility and insufficient strength at elevated temperatures restrict their practical use. Ceramic particle reinforcement is an effective way to overcome these drawbacks [2]. In the present work, the influence of MoC content on the phase composition, microstructure and microhardness of NiAl–MoC composites was studied.

Five composites (designated 1MoC ... 5MoC) were fabricated by self-propagating high-temperature synthesis (SHS) using mixtures of NiO, Al, MoO₃ and C powders. The actual chemical composition was determined by X-ray fluorescence (Table 1). The microstructure was examined by scanning electron microscopy equipped with an energy-dispersive spectrometer. The volume fractions of the phases were evaluated by the Image-Pro Plus software. Microhardness was measured with a Shimadzu HVM-G21DT tester under a load of 20–50 g.

Table 1

Elemental composition of the NiAl–MoC composites

Alloy	Elemental composition of the NiAl–MoC, mas. %			
	C	Al	Ni	Mo
1MoC	5,72	28,93	55,67	9,68
2MoC	4,38	30,25	50,60	14,76
3MoC	3,71	29,00	44,99	22,30
4MoC	5,44	32,96	39,60	22,00
5MoC	4,05	35,86	33,16	26,93

Microstructural analysis revealed that all samples possess a composite structure consisting of a NiAl matrix with embedded inclusions of various shapes. Four structural constituents were identified:

NiAl matrix – contains 33–37 wt.% Al, 60–63 wt.% Ni; molybdenum is almost absent.

MoC carbide – characterised by a high Mo content (70–90 wt.%) and carbon content (6–10 wt.%), with dissolved Ni and Al.

β -(Ni,Mo)Al – a phase of variable composition containing 30–38 wt.% Al, 16–35 wt.% Ni and 13–35 wt.% Mo.

$\text{Al}_3(\text{Mo},\text{Ni})_2$ – appears starting from the 2MoC alloy; it is enriched in Al (33–39 wt.%) and contains a moderate amount of Mo (19–47 wt.%).

With increasing molybdenum content, the total volume fraction of reinforcing phases ($\text{MoC} + \beta\text{-(Ni,Mo)Al} + \text{Al}_3(\text{Mo},\text{Ni})_2$) increases continuously. However, the proportion of MoC carbide changes non-monotonically: it reaches a maximum in the 4MoC alloy (17.8 vol.%) and then decreases. In the 5MoC alloy, the volume fraction of the β -phase dramatically rises to 50.1 vol.%. The microhardness of the composites increases monotonically from 543 HV for 1MoC to 823 HV for 5MoC. This behaviour indicates that at high Mo content the main contribution to strengthening comes not so much from the carbide as from the intermetallic $\beta\text{-(Ni,Mo)Al}$ and $\text{Al}_3(\text{Mo},\text{Ni})_2$ phases.

Thus, by varying the MoC content in NiAl–MoC composites, it is possible to obtain a material with a tailored ratio of reinforcing phases and, consequently, a desired level of microhardness. The 5MoC composite, containing about 50 vol.% of $\beta\text{-(Ni,Mo)Al}$, exhibits the highest hardness and is a promising candidate for wear-resistant high-temperature applications.

REFERENCE

1. Zhong Y. et al. Fiber damage and high temperature tensile properties of Al_2O_3 fiber reinforced NiAl-matrix composites with and without hBN-interlayer. *Materials Science and Engineering: A*. 2007;464(1-2):241-248.
2. Bochenek K. et al. Influence of rhenium addition on microstructure, mechanical properties and oxidation resistance of NiAl obtained by powder metallurgy. *Materials Science and Engineering: A*. 2018;735:121-130.
3. Gao Y.Y. et al. Effects of nanosized TiCp dispersion on the high-temperature tensile strength and ductility of in situ TiCp/Al-Cu-Mg-Si nanocomposites. *Journal of Alloys and Compounds*. 2019;774:425-433.

BIOGRAPHY

I, Kim Evgeny, 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 Associate Professor at the Higher School of Industrial Engineering of Pacific National University, Khabarovsk.. I graduated from the FEFU magistracy in 2016, in 2020 - completed my postgraduate studies at the Department of Foundry and Metal Technology at the Pacific State University in Khabarovsk. I received the degree of Candidate of Technical Sciences in 2021. The area of

my scientific interests includes mineral concentrates, metallothermal synthesis, obtaining complex ligatures, modern resource-saving technologies for the production of alloys.

АКТУАЛЬНЫЕ АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И БИОСРЕДАХ: КРАТКИЙ ОБЗОР

Н.О. Ким, Н.Е. Ким

*ФГБОУ ВО НГМУ Минздрава России, Новосибирск,
kim_nadia@mail.ru*

Провели сравнительный анализ современных методов качественного и количественного определения тяжелых металлов (ТМ) в воде, почве и биологических образцах. Рассмотрены спектрометрические и электрохимические методы, определены ключевые преимущества, ограничения и аналитические диапазоны каждого метода.

Актуальность. Интенсивное развитие промышленного производства, урбанизация, масштабное использование химикатов в сельском хозяйстве и неконтролируемая утилизация техногенных отходов привели к резкому усилению антропогенной нагрузки на биосферу. Среди огромного спектра загрязняющих веществ особое место занимают тяжелые металлы и металлоиды, к числу которых относятся свинец (Pb), кадмий (Cd), ртуть (Hg) и мышьяк (As). В отличие от органических экотоксикантов, способных к термическому или биологическому разложению, ТМ не разрушаются во времени, а лишь переходят из одних химических форм в другие, непрерывно мигрируя по трофическим цепям.

Цель исследования. Систематизация и сопоставление наиболее востребованных и инновационных методов определения ТМ с точки зрения их чувствительности, селективности и экспрессности.

Материалы и методы исследования. В ходе исследования проанализированы научные публикации, стандарты (ISO, ГОСТ) и методические указания. Сбор данных сфокусирован на трех генеральных группах методов: спектрометрических, электрохимических и экспресс-системах мониторинга.

Результаты и их обсуждение. Современный арсенал инструментальных методов определения тяжелых металлов (ТМ) прошел эволюцию от классических моноэлементных подходов к многоэлементным гибридным платформам.

Метод атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС) основан на резонансном поглощении света свободной формой атомов аналита в газовой фазе. Интенсивность поглощения прямо пропорциональна концентрации элемента согласно закону Бугера–Ламберта–Бера. В зависимости от способа атомизации пробы в практике экологического мониторинга выделяют два основных подхода.

Пламенная атомизация (FAAS): В качестве атомизатора используется пламя смеси газов (ацетилен–воздух или ацетилен–закись азота). Метод характеризуется высокой воспроизводимостью и экспрессностью, однако его чувствительность ограничена диапазоном 0,1-10 ppm. Это делает FAAS применимым в основном для анализа сильнозагрязненных сточных вод или технологических растворов.

Электротермическая атомизация в графитовой печи (GFAAS): Атомизация происходит в графитовой кювете за счет контролируемого импульсного нагрева электрическим током до температур порядка 2000-3000°C. Благодаря удержанию облака атомов в зоне измерения и полному испарению пробы, предел обнаружения снижается до уровней 0,1-10 ppb. Метод GFAAS признан арбитражным стандартом для определения Pb и Cd в питьевой воде. Главный недостаток – моноэлементный характер: для определения каждого нового металла требуется замена источника излучения лампы с полым катодом[1].

Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) на сегодняшний день является «золотым стандартом» в ультраследовом анализе. Физический принцип заключается в распылении жидкой пробы и её подаче в высокотемпературную аргонную плазму (6000-8000 K), где происходят полная деструкция матрицы, атомизация и ионизация элементов. Полученные однозарядные положительные ионы направляются в масс-фильтр, который разделяет их по соотношению массы к заряду (m/z).

Ключевые аналитические маркеры метода:

Многоэлементность: Возможность одновременного количественного определения до 70 элементов за один аналитический цикл (менее 3 минут).

Сверхвысокая чувствительность: Пределы обнаружения для большинства ТМ (Hg, As) достигают уровней <0,001 ppb [2].

Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА) относится к методам эмиссионной спектрометрии. Под воздействием первичного рентгеновского излучения трубки электроны внутренних оболочек атомов мишени выбиваются. Переход электронов с внешних оболочек на вакантные места сопровождается испусканием вторичного (рентгенофлуоресцентного) излучения, энергия которого строго характеристична для каждого элемента. Главное преимущество РФА – экспрессность и неразрушающий характер. Портативные (ручные) РФА-спектрометры позволяют проводить прямой скрининг почв, донных отложений и твердых отходов непосредственно в полевых условиях без предварительного растворения пробы. Диапазон обнаружения составляет 1-10 ppm, что исключает метод из контура ультраследового анализа водных сред, но делает его незаменимым для оперативного картирования техногенных зон [3].

Инверсионная вольтамперометрия (ИВА) представляет собой высокочувствительный электрохимический метод, включающий две стадии. На первой стадии (электрохимическое концентрирование) целевые ионы металлов из раствора восстанавливаются на рабочем электроде при контролируемом потенциале. На второй стадии (инверсионной) проводят анодную развертку потенциала; при достижении потенциала окисления конкретного металла происходит его растворение, фиксируемое в виде пика тока на вольтамперограмме. Высота пика пропорциональна концентрации. Метод

обеспечивает пределы обнаружения на уровне 0,01-1 ppb, что сопоставимо с дорогостоящим методом GFAAS. При этом стоимость вольтамперометрического комплекса в 15–20 лет ниже спектрометрического. Однако ИВА крайне чувствительна к «отравлению» поверхности электрода поверхностно-активными органическими веществами (гуминовые кислоты, ПАВ), что требует жесткой окислительной пробоподготовки [4].

В ходе систематизации данных были выделены три доминирующие группы методов: атомно-спектральные, рентгеновские и электрохимические. Их сравнительные характеристики представлены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ методов определения тяжелых металлов

Метод	Предел обнаружения	Преимущества	Недостатки
ИСП-МС (Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой)	<0,001 ppb	Одновременное определение десятков элементов; определение изотопов	Высокая стоимость прибора и газов; жесткие требования к чистоте комнат
ААС (Атомно-абсорбционная спектрометрия)	0,1-10 ppb	Относительная ценовая доступность; высокая селективность	Моноэлементный анализ (один металл за одно измерение)
РФА (Рентген-флуоресцентный анализ)	1-10 ppm	Неразрушающий метод; возможность анализа твердых проб без растворения	Высокий предел обнаружения (не подходит для ультраследов)
ИВА (Инверсионная вольтамперометрия)	0,01-1 ppb	Дешевизна оборудования; компактность; возможность работы в полевых условиях	Чувствительность к чистоте электродов и присутствию органики

Проведенный анализ позволяет констатировать, что в современной аналитической практике определения тяжелых металлов не существует универсального метода, способного одновременно закрыть все аналитические задачи. Выбор конкретного инструментального подхода представляет собой компромисс между тремя ключевыми факторами: чувствительностью (пределом обнаружения), экономической доступностью и мобильностью.

Заключение. В ходе проведенного аналитического обзора были систематизированы и сопоставлены ключевые инструментальные подходы к определению тяжелых металлов различными методами, каждый из которых обладает уникальным аналитическим преимуществом:

- ИСП-МС является абсолютным эталоном по чувствительности (до уровня 0,001 ppb и позволяет одновременно определять десятки элементов за один цикл.

- ААС обеспечивает наилучший баланс селективности и надежности при рутинном количественном анализе целевых экотоксикантов.
- РФА обладает преимуществом неразрушающего экспресс-анализа, позволяя мгновенно оценивать содержание металлов в твердых пробах прямо в полевых условиях.
- ИВА предлагает уникальное сочетание низкой стоимости оборудования и высокой чувствительности, выступая доступной альтернативой сложным спектрометрам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пупышев А.А. Атомно-абсорбционный спектральный анализ / А.А. Пупышев. – Москва: Техносфера, 2018. – 416 с. – ISBN 978-5-94836-523-7.
2. Барановская И.А. Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой в анализе объектов окружающей среды / И.А. Барановская, А.И. Сапрыкин // Журнал аналитической химии. – 2021. – Т. 76, № 5. – С. 387–401.
3. Tyson J.F. Heavy Metals in the Environment: Handheld X-ray Fluorescence Spectrometry as a Screening Tool / J.F. Tyson // Microchemical Journal. – 2022. – Vol. 175. – Art. 107120.
4. Будников Г.К. Инверсионная вольтамперометрия в мониторинге тяжелых металлов в биосфере / Г.К. Будников // Соросовский образовательный журнал. – 2000. – Т. 6, № 8. – С. 45–51. (Классический теоретический базис).

БИОГРАФИЯ

Я, Ким Надежда Олеговна, работаю доцентом кафедры медицинской химии в ФГБОУ ВО НГМУ Минздрава России, город Новосибирск. Кандидат фармацевтических наук с 2021. Область моих научных интересов: фармация, фармацевтическая химия, фармакогнозия, органическая химия, аналитическая химия и биотехнология.

CURRENT ANALYTICAL METHODS FOR DETERMINING HEAVY METALS IN ENVIRONMENTAL AND BIOLOGICAL SAMPLES: A BRIEF REVIEW

N.O. Kim, N.E. Kim

FSBEI HE NSMU MOH Russia, kim_nadia@mail.ru

We compared current methods for the qualitative and quantitative determination of heavy metals (HMs) in water, soil, and biological samples. The study evaluates spectrometric and electrochemical methods, defining the key advantages, limitations, and analytical ranges of each technique.

Relevance. Intensive industrial development, urbanization, large-scale agricultural chemical use, and uncontrolled technogenic waste disposal sharply increase the anthropogenic load on the biosphere. Among a huge spectrum of pollutants, heavy metals and metalloids – including lead (Pb), cadmium (Cd), mercury (Hg), and arsenic (As) – occupy a spe-

cial place. Unlike organic ecotoxics capable of thermal or biological degradation, HMs do not degrade over time; they only change their chemical forms while continuously migrating through trophic chains.

Aim of the study. Systematization and comparison of the most popular and innovative methods for HM determination in terms of their sensitivity, selectivity, and rapidity.

Materials and methods. Our study analyzes scientific publications, standards (ISO, GOST), and methodological guidelines. We focus data collection on three main method groups: spectrometric, electrochemical, and express monitoring systems.

Results of the study. Our data systematization highlights three dominant method groups: atomic spectral, X-ray, and electrochemical.

The analysis demonstrates that current analytical practice for heavy metal determination lacks a universal method capable of addressing all analytical tasks simultaneously. Selecting a specific instrumental approach represents a compromise among three key factors: sensitivity (detection limit), economic affordability, and mobility.

Conclusions. Our analytical review systematizes and compares key instrumental approaches to heavy metal determination. Each technique offers unique analytical advantages:

- ICP-MS: Serves as the gold standard for sensitivity, reaching the 0.001 ppb level, and simultaneously determines dozens of elements in a single cycle.
- AAS: Delivers the best balance of selectivity and reliability for routine quantitative analysis of target ecotoxics.
- XRF: Provides non-destructive express analysis, instantly evaluating metal content in solid samples directly in the field.
- SVA: Offers a unique combination of low equipment cost and high sensitivity, serving as an affordable alternative to complex spectrometers.

REFERENCE

1. Pupyshv AA. Atomic Absorption Spectral Analysis. Moscow: Tekhnosfera; 2018. [in Russian]
2. Baranovskaya I.A., Saprykin A.I. Inductively coupled plasma mass spectrometry in the analysis of environmental objects. J Anal Chem. 2021;76(5):387-401. [in Russian]
3. Tyson J.F. Heavy metals in the environment: handheld X-ray fluorescence spectrometry as a screening tool. Microchem J. 2022;175:107120. doi:10.1016/j.microc.2021.107120.
4. Budnikov G.K. Stripping voltammetry in the monitoring of heavy metals in the biosphere. Soros Educ J. 2000;6(8):45-51. (Classical theoretical basis) [in Russian]

BIOGRAPHY

I work as an associate professor at the department of medical chemistry in FSBEI HE NSMU MOH Russia, Novosibirsk city. I finished postgraduate school on the specialty 33.06.01 "Pharmacy" in 2020. Candidate of pharmaceutical sciences since 2021. My research interests include pharmacy, pharmacognosy, pharmaceutical chemistry, organic chemistry, analytic chemistry and biotechnology.

ОПТИМИЗАЦИЯ СВОЙСТВ МОЛЕКУЛ ПОСРЕДСТВОМ РЕДАКТИРОВАНИЯ В ЛАТЕНТНОМ ПРОСТРАНСТВЕ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АРХИТЕКТУР И АЛГОРИТМОВ

П.В. Ким

АО БИОКАД

В данной работе представлен систематический анализ методов генеративного моделирования для задач вычислительной химии и компьютерного дизайна лекарств (drug discovery). Исследуется эффективность навигации в непрерывном латентном пространстве с целью оптимизации целевых свойств молекул (на примере коэффициента распределения октанол/вода, logP).

Современная вычислительная химия сталкивается с фундаментальной проблемой: дискретная природа химического пространства (представленного строками SMILES или молекулярными графами) крайне затрудняет применение методов непрерывной математической оптимизации. Проект LatentCraft предлагает решение этой проблемы через построение и целенаправленную навигацию в непрерывном латентном пространстве (latent space).

Латентное пространство представляет собой сжатое, непрерывное векторное представление объектов, сохраняющее ключевую информацию об их проявлениях и свойствах. Благодаря свойству гладкости (smoothness) такого пространства, направленное перемещение в нем приводит к предсказуемым изменениям свойств декодированных объектов.

Цель исследования: проведение сравнительного анализа архитектур нейронных сетей и алгоритмов оптимизации для генерации новых молекул с заданными целевыми свойствами посредством перемещения в латентном пространстве.

Рабочая гипотеза исследования базируется на четырехэтапной концепции:

1. Сжатие: Построение непрерывного латентного пространства, эффективно компрессирующего дискретные химические структуры.
2. Инициализация: Выбор исходной молекулы (seed molecule) и ее отображение (encoding) в латентный вектор.
3. Навигация: Целенаправленное перемещение латентного вектора в области пространства, соответствующие улучшенным целевым свойствам.
4. Контроль неопределенности: Применение механизмов регуляризации для удержания траектории оптимизации в пределах валидных (химически корректных) областей.

Результатом данного процесса является генерация новых, химически валидных молекул, обладающих оптимизированными свойствами и структурно близких к исходной молекуле-затравке.

В рамках исследования проводится сравнительный анализ двух фундаментальных архитектур генеративных моделей:

- Chemical VAE [1]: Модель кодирует молекулярные строки SMILES (с использованием one-hot encoding) в непрерывный латентный вектор. Ключевой особенностью является совместное обучение (joint training) автоэнкодера с предикторами свойств для формирования латентного пространства.

- JT-VAE [2]: Архитектура, использующая двойное латентное представление. Сначала генерируется древовидный каркас (scaffold) из химических подструктур, который затем собирается в полный молекулярный граф с помощью сетей передачи сообщений (Message Passing Networks).

Для навигации в латентном пространстве были выбраны три подхода, различающихся по математической природе [3]:

1. Gradient Ascent (Градиентный подъем): Кодирование исходной молекулы и смещение латентного вектора по градиенту предварительно обученного предиктора свойств. Характеризуется высокой скоростью, но склонностью к выходу за пределы валидных областей.

2. Bayesian Optimization (Байесовская оптимизация): Построение вероятностной суррогатной модели латентного пространства. Обеспечивает баланс между исследованием новых областей (exploration) и использованием известных перспективных областей (exploitation).

3. CMA-ES (Covariance Matrix Adaptation Evolution Strategy): Эволюционная стратегия, адаптирующая параметры многомерного гауссовского распределения непосредственно в латентном пространстве для смещения поиска в перспективные области.

Для повышения надежности генерации в экспериментальную часть были внедрены передовые методы:

- Фреймворк SELFIES: Использован как альтернатива SMILES. SELFIES представляет собой строковое представление, которое математически гарантирует 100% химическую валидность декодированных структур, устраняя главный недостаток SMILES-моделей (генерацию невалидных строк).

- Расширенное кодирование (Advanced Encoding): Для увеличения информационной плотности латентного пространства применялась конкатенация латентного вектора с дополнительными признаками перед декодером: фингерпринтами Моргана (битовые векторы подструктур радиуса 2–3, фиксирующие локальное атомное окружение) и физико-химическими дескрипторами RDKit.

Обучение проводилось в течение 120 эпох с ранней остановкой (early stopping), оптимизатором Adam и функцией потерь

$$L = \beta \cdot \text{KL} + \text{Reconstruction} + \lambda \cdot \text{MSE}(\log P)$$

$L = \beta \cdot \text{KL} + \text{Reconstruction} + \lambda \cdot \text{MSE}(\log P)$ с стратегией annealing (сигмоидальная функция). Сравнение базовой модели (2018 г.) и реализации LatentCraft показало ожидаемый компромисс (trade-off):

- Точность реконструкции (Reconstruction accuracy) снизилась с 0.44 до 0.20.

- MAE предиктора logP увеличилась с 0.15 до 0.32.
- R^2 предиктора logP незначительно снизилась с 0.97 до 0.92.

Модель жертвует точностью восстановления исходных данных ради способности генерировать более разнообразные и оптимизированные структуры. При этом CMA-ES продемонстрировал наилучшие результаты по величине среднего прироста целевых свойств (mean improvement of logP). Достигнута 100% новизна (novelty) всех сгенерированных молекул во всех методах, кроме градиентной оптимизации (GA). Метод GA показал заметно более высокое структурное сходство (по метрике Tanimoto) с родительской молекулой.

CMA-ES также показал наилучшие результаты по улучшению свойств. Достигнута 100% новизна молекул для всех подходов. Однако структурное сходство с исходной молекулой оказалось довольно низким для всех методов оптимизации. Это обусловлено архитектурной спецификой JT-VAE, которая оперирует перестройкой древовидных каркасов, что приводит к более радикальным структурным изменениям по сравнению с плавным смещением вектора в Chemical VAE.

На основании проведенного анализа сформулированы следующие ключевые выводы:

1. Архитектурный компромисс: JT-VAE гарантирует 100% валидность выходных данных за счет декодирования на уровне графов, однако Chemical VAE способен обеспечить больший прирост целевых свойств (logP), идя на компромисс с базовой валидностью (которая, однако, успешно нивелируется при использовании фреймворка SELFIES).

2. Эффективность стратегий оптимизации: Эволюционная стратегия CMA-ES является наиболее предпочтительным методом, обеспечивая наилучший средний прирост свойств и высокую стабильность поиска. Градиентный подъем, несмотря на вычислительную эффективность, склонен к быстрой дивергенции в невалидные области латентного пространства.

3. Критическая роль молекулярного представления: Переход на представление SELFIES радикально решает проблему генерации невалидных молекул, повышая валидность до максимума. Для моделей на базе SMILES конкатенация с фингерпринтами Моргана и физико-химическими дескрипторами существенно повышает информационную плотность латентного пространства, что напрямую улучшает качество оптимизации.

Заключение: Проект LatentCraft успешно демонстрирует, что целенаправленное редактирование в непрерывном латентном пространстве является мощным инструментом для *de novo* дизайна молекул. Оптимальный пайплайн включает использование Chemical VAE (или JT-VAE при приоритете строгой топологической валидности), оптимизацию методом CMA-ES и обязательное применение представления SELFIES или гибридного кодирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gómez-Bombarelli R., Wei J.N., Duvenaud D., Hernández-Lobato J.M., Sánchez-Lengeling B., Sheberla, D., & Aspuru-Guzik, A. (2018). Automatic chemical design using a data-driven continuous representation of molecules. *ACS central science*, 4(2), 268-276.
2. Jin W., Barzilay R., & Jaakkola T. (2018, July). Junction tree variational autoencoder for molecular graph generation. In *International conference on machine learning* (pp. 2323-2332). PMLR.
3. Winter R., Montanari F., Steffen A., Briem H., Noé F., & Clevert D.A. (2019). Efficient multi-objective molecular optimization in a continuous latent space. *Chemical science*, 10(34), 8016-8024.

БИОГРАФИЯ

Я, Ким Павел Вячеславович, работаю в области биоинформатик и специализируюсь на применении искусственного интеллекта для разработки лекарственных средств. Работаю ML-инженером в АО БИОКАД, Санкт-Петербург. Бакалавр химических наук с 2022 года, магистр физико-математических наук с 2025 года. Область моих научных интересов включает искусственный интеллект, нейронные сети, структурную биологию и иммунологию.

OPTIMIZATION OF MOLECULAR PROPERTIES THROUGH
LATENT SPACE EDITING: A COMPARATIVE ANALYSIS
OF ARCHITECTURES AND ALGORITHMS

P.V. Kim

JSC BIOCAD

The discrete nature of chemical representations (e.g., SMILES) poses a fundamental challenge for continuous mathematical optimization. This study evaluates the efficacy of navigating continuous latent spaces to generate novel, chemically valid molecules with optimized target properties (e.g., logP), while maintaining structural proximity to a seed molecule.

Key Results:

- Chemical VAE Performance: The model demonstrated a strategic trade-off. Reconstruction accuracy decreased (0.44 to 0.20) and logP predictor MAE increased (0.15 to 0.32), sacrificing exact reconstruction to enable greater structural diversity and property optimization. CMA-ES yielded the highest mean improvement in logP. GA maintained higher Tanimoto similarity to the parent molecule but carried a higher risk of invalidity.
- JT-VAE Performance: Guaranteed 100% structural validity via graph-level decoding. However, all optimization approaches resulted in low structural similarity to the seed molecule due to radical scaffold restructuring.

- Novelty: 100% novelty was achieved across all methods and architectures, except for GA in the Chemical VAE.

Latent space navigation is a highly effective tool for de novo molecular design. The optimal pipeline depends on the primary objective:

1. For maximum property gain, use Chemical VAE optimized via CMA-ES.
2. For strict topological validity, use JT-VAE optimized via CMA-ES. In both scenarios, integrating the SELFIES representation or advanced feature concatenation is strictly recommended to ensure 100% chemical validity and maximize the informational richness of the latent space.

REFERENCE

1. Gómez-Bombarelli R., Wei J.N., Duvenaud D., Hernández-Lobato J.M., Sánchez-Lengeling B., Sheberla D., ... & Aspuru-Guzik A. (2018). Automatic chemical design using a data-driven continuous representation of molecules. *ACS Central Science*, 4(2), 268-276.

2. Jin W., Barzilay R., & Jaakkola T. (2018, July). Junction tree variational autoencoder for molecular graph generation. In *International Conference on Machine Learning* (pp. 2323-2332). PMLR.

BIOGRAPHY

I, Pavel Vyacheslavovich Kim, work in bioinformatics and specialize in the use of artificial intelligence for drug development. I work as a laboratory engineer at BIOCAD in St. Petersburg. I have a Bachelor of Science degree in Natural Sciences since 2022 and a Master of Science degree in Mathematics since 2025. My research interests include artificial intelligence, neural networks, structural biology, and immunology.

АЛЮМОМАТРИЧНЫЕ КОМПОЗИТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ МЕТОДОМ ИСКРОВОГО ПЛАЗМЕННОГО СПЕКАНИЯ

Ю.В. Ли, Я.А. Шугонцов, С.С. Бабаева

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск,
Россия, yuvli@tpu.ru*

Введение. В данной работе представлены результаты экспериментов в области получения металломатричных композитов (ММК) с использованием в качестве матрицы алюминиевого сплава АмГб, в качестве наполнителя – предварительно синтезированный ZrB_2 . Для консолидации порошковых композитов применяется метод искрового плазменного спекания (SPS), который обеспечивает получение материалов с низкой пористостью и ограниченным ростом зёрен [1]. **Целью данной работы** является оценка влияния содержания ZrB_2 (0,0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0; 15,0; 20,0 %) на свойства композитов.

на фазовый состав, микроструктуру, плотность и твердость исследуемых композитов АМг6.

Алюмоматричные композиционные материалы, упрочнённые керамическими частицами, представляют значительный интерес как класс лёгких конструкционных материалов с повышенной твёрдостью, износостойкостью и термической стабильностью [2, 3].

Интерес к дибориду циркония (ZrB_2) как керамической упрочняющей фазе обусловлен сочетанием высокой твёрдости, высокой температуры плавления, химической стойкости и структурной стабильности [2, 3]. В алюминиевой матрице ZrB_2 рассматривается как фаза, способная повышать сопротивление локальной пластической деформации, тормозить движение дислокаций, ограничивать рост зёрен и улучшать трибологические характеристики материала [2, 3]. Вместе с тем литературные данные показывают, что положительный эффект зависит не только от самого факта введения ZrB_2 , но и от его количества, размера частиц, характера распределения в объёме матрицы и технологии получения композита [3].

Материалы и методы. В качестве матрицы использовали порошок сплава АМг6, а в качестве упрочняющей фазы – порошок ZrB_2 . Для последующего спекания были подготовлены порошковые смеси на основе АМг6 с массовым содержанием ZrB_2 : 0,0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0; 15,0; 20,0 %.

Исходные порошки смешивали и подвергали механической гомогенизации на планетарной шаровой мельнице Retsch PM 100 (400 об/мин, 30 мин) в размольных стаканах из карбида вольфрама с соответствующими шарами.

Для получения объемных металломатричных композитов на основе АМг6 и ZrB_2 использовалась установка искрового плазменного спекания SPS 10-4 (GT Advanced Technologies, США). Спекание образцов проводилось при температуре $T = 500\text{ }^{\circ}\text{C}$, давлении $P = 50\text{ МПа}$, времени выдержки $\Delta t = 5\text{ мин}$, скорости нагрева $\Delta T/\Delta t = 100\text{ }^{\circ}\text{C/мин}$ и естественном охлаждении.

Микроструктуру порошковых смесей и спечённых образцов изучали с помощью сканирующего электронного микроскопа Hitachi TM3000 (Япония).

Рентгенофазовый анализ проводили на дифрактометре Shimadzu XRD-7000 (Япония) в $\text{CuK}\alpha$ -излучении ($\lambda = 1,5406\text{ \AA}$) в диапазоне углов $2\theta = 10\text{--}90^{\circ}$. Идентификацию фаз выполняли с помощью программного обеспечения Crystallographica Search-Match и PowderCell с использованием базы данных PDF-4+.

Результаты. Рентгенофазовый анализ (РФА) спечённых композитов АМг6– ZrB_2 показал во всех исследованных составах (2,5–20,0 мас.% ZrB_2) рефлекс алюминий-матрицы и диборида циркония (рис. 1).

Отсутствие пиков новых фаз свидетельствует об отсутствии химического взаимодействия между компонентами в процессе искрового плазменного спекания при $500\text{ }^{\circ}\text{C}$, что подтверждает термодинамическую стабильность ZrB_2 в алюминиевой матрице в данных условиях. Закономерное увеличение интенсивности рефлексов ZrB_2 с ростом его содержания подтверждает равномерное распределение упрочняющей фазы в композите.

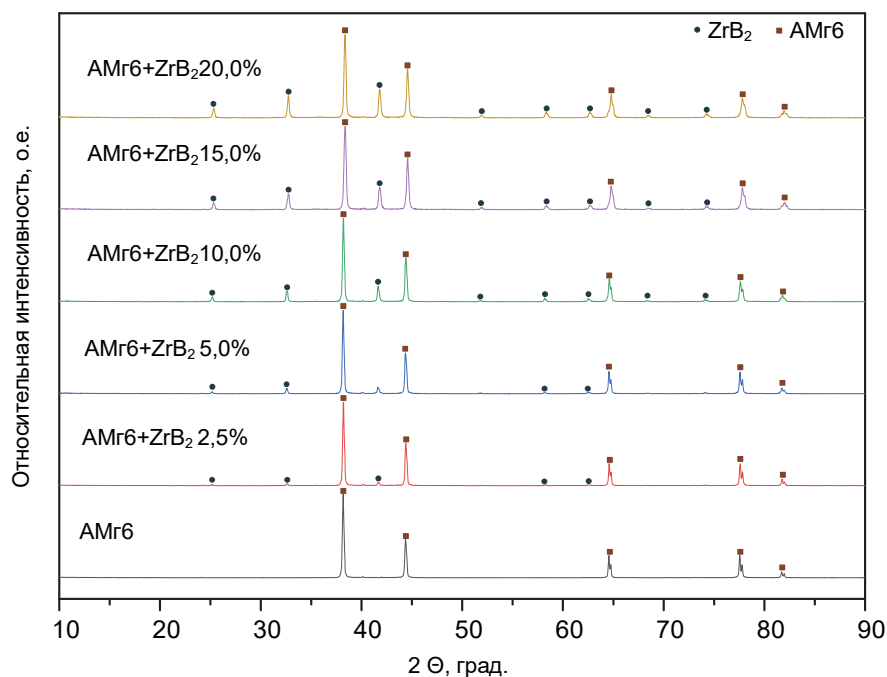


Рис. 1. РФА композитных материалов АМг6 – ZrB₂

Рассчитанная теоретическая плотность в сравнении с плотностями полученными гидростатическим и геометрическим методами представлена в табл. 1.

Таблица 1

Сравнение теоретической плотности с плотностями полученными гидростатическим и геометрическим методами образцов с 2,5, 5,0, 10,0, 15,0 и 20,0 % ZrB₂

Параметры	% ZrB ₂				
	2,5	5	10	15,0	20,0
$\rho_{\text{геом}}, \text{г/см}^3$	2,550	2,685	2,753	2,763	2,793
Сравнение $\rho_{\text{геом}}$ с $\rho_{\text{теор}}, \%$	100	100	92,2	85,0	83,9
$\rho_{\text{гидр}}, \text{г/см}^3$	2,661	2,697	2,780	2,795	2,806
Сравнение $\rho_{\text{гидр}}$ с $\rho_{\text{теор}}, \%$	100	100	93,82	88,56	84,32
$\rho_{\text{теор}}, \text{г/см}^3$	2,628	2,68	2,963	3,156	3,328

Плотность (в г/см³) измеренная гидростатическим и геометрическим методами возрастает с увеличением доли ZrB₂, относительная плотность снижается.

Методом сканирующей электронной микроскопии проведен анализ микроструктуры композиционного материала АМг6–10% ZrB₂. Установлено, что структура материала является однородной и плотной, без видимых макродефектов, трещин или расслоений (рис. 2). Частицы упрочняющей фазы (ZrB₂) равномерно распределены в объеме алюминий-магниевого матрицы.

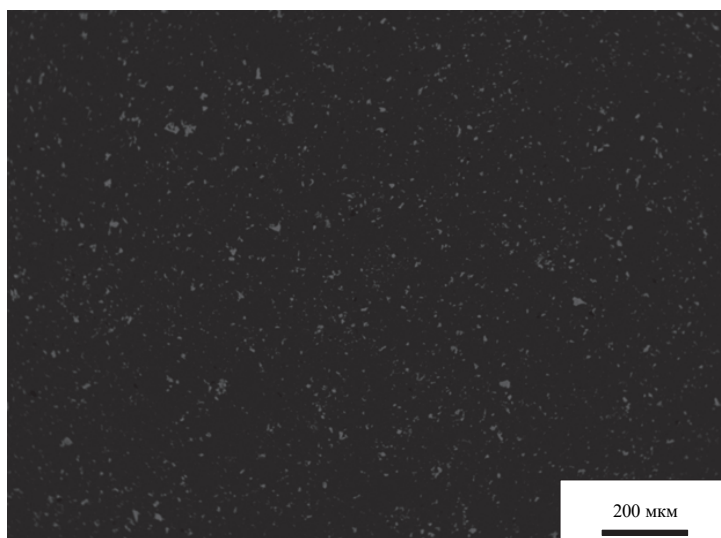


Рис. 2. Микроструктура консолидированного композита АМг6 с содержанием 10% ZrB₂

Микротвёрдость композита АМг6 без добавок составила 100 НВ. С увеличением содержания ZrB₂ до 20 мас.% твёрдость монотонно возрастает до 150 НВ.

Заключение. Методом искрового плазменного спекания получены композиты АМг6-ZrB₂ с содержанием упрочняющей фазы до 20 мас.%. РФА подтвердил сохранение фазового состава и отсутствие взаимодействия между компонентами после спекания при 500°C. Несмотря на рост абсолютной плотности за счёт введения более тяжёлой фазы ZrB₂, относительная плотность снижается, что указывает на ухудшение спекаемости композитов при содержании упрочняющей фазы выше 10 мас. %.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № FSWW-2026-0047).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Olevsky E.A., Froyen L. Constitutive modeling of spark-plasma sintering of conductive materials // Scripta Materialia. – 2006. № 55. P. 1175–1178.

2. Morampudi P. Tribology and pitting corrosion behavior of Al6061/nano-ZrB₂ metal matrix composites prepared via powder metallurgy process // Chemical Data Collections. – 2023. Vol. 48. P. 101082 (1-11)

3. Kumar B. Preparation of hybrid reinforced aluminium metal matrix composite by using ZrB₂: A systematic review / B. Kumar, P. Kumar // Materials Today: Proceedings. – 2022. Vol. 61. P. 115–120.

БИОГРАФИЯ

Я, Ли Юлия Владимировна, работаю в области материаловедения и специализируюсь на изучении процесса неоднородности пластического течения металлических материалов и получении керамических материалов с использованием безвакуумного электродугового метода. Кандидат физико-математических наук с 2024 года. Область моих научных интересов включает пластическую деформацию металлов и сплавов, а также синтез керамических материалов и изучение их свойств.

ALUMINUM MATRIX COMPOSITES PRODUCED BY SPARK PLASMA SINTERING

Yu.V. Li, Ya.A. Shugontsov, S.S. Babaeva

*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia,
yuvli@tpu.ru*

This paper presents the experimental results on the fabrication of metal matrix composites (MMCs) using an aluminum alloy Amg6 as the matrix and pre-synthesized ZrB₂ as the filler. The spark plasma sintering (SPS) method was employed for the consolidation of powder composites, which enables the production of materials with low porosity and limited grain growth [1]. The aim of this work is to evaluate the effect of ZrB₂ content (0.0, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0, 15.0, and 20.0 wt.%) on the phase composition, microstructure, density, and hardness of the studied Amg6-based composites.

X-ray diffraction (XRD) analysis of the sintered Amg6–ZrB₂ composites revealed reflections of the aluminum matrix and zirconium diboride in all studied compositions (2.5–20.0 wt.% ZrB₂).

The density (in g/cm³) measured by hydrostatic and geometric methods increases with increasing ZrB₂ content, while the relative density decreases. Scanning electron microscopy was used to analyze the microstructure of the Amg6–10 wt.% ZrB₂ composite material. The structure was found to be homogeneous and dense, with no visible macrodefects, cracks, or delaminations (fig. 1). The particles of the reinforcing phase (ZrB₂) are uniformly distributed throughout the volume of the aluminum-magnesium matrix.

The increase in absolute density caused by the addition of the heavier ZrB₂ phase is accompanied by a decrease in relative density, indicating poorer sinterability of the composites at reinforcing phase contents above 10 wt.%.

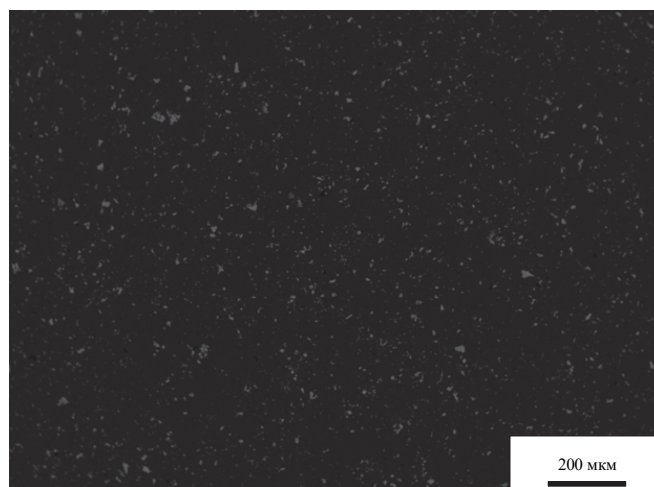


Fig. 1. Microstructure of the consolidated Amg6 composite containing 10 wt.% ZrB₂

This work was financially supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (project No. FSWW-2026-0047).

BIOGRAPHY

Yu.V. Li – PhD in Physics and Mathematics (2024), research interests: plastic flow heterogeneity in metals and alloys, vacuum-free electric arc synthesis of ceramic materials.

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ СПЕКАНИИ НА ТВЕРДОСТЬ ГЕКСАБОРИДА ЛАНТАНА

А.В. Сподина, А.А. Свинухова, А.Я. Пак

*Томский Политехнический университет, Томск, Россия,
avs363@tpu.ru*

В работе исследовано влияние температуры искрового плазменного спекания (1750–1850 °С) на микроструктуру и механические свойства керамики на основе гексаборида лантана. Установлено, что повышение температуры спекания способствует снижению пористости и закономерному увеличению микротвердости по Виккерсу с 9,10 до 15,45 ГПа.

Гексаборид лантана (LaB₆) является перспективным тугоплавким соединением, обладающим уникальным комплексом физико-химических свойств: высокой температурой плавления (2500 °С), низкой работой выхода электронов, высокой твердо-

стью и химической стойкостью [1]. Благодаря этим характеристикам LaB₆ находит широкое применение в высокотехнологичных отраслях: в качестве материала термоэмиссионных катодов, в высокоэнергетических оптических системах, в качестве износостойких покрытий и компонентов конструкционных материалов [2, 3].

Однако практическое применение гексаборида лантана во многом определяется его эксплуатационными характеристиками, среди которых особое место занимает твердость. Данный параметр критически важен для обеспечения долговечности и надежности изделий, работающих в условиях высоких механических и термических нагрузок.

Твердость спеченных материалов на основе LaB₆ существенно зависит от технологии их получения, в частности, от параметров спекания. Температура спекания является одним из ключевых факторов, влияющих на плотность, микроструктуру и, как следствие, на механические свойства материала. При недостаточной температуре спекания материал остается недостаточно уплотненным, что снижает его твердость. С другой стороны, чрезмерно высокие температуры могут приводить к росту зерен и ухудшению свойств.

В данной работе представлены результаты исследования влияния температуры искрового плазменного спекания (SPS) на микроструктуру, плотность и микротвердость керамических образцов на основе гексаборида лантана, синтезированного безвакуумным электродуговым методом [4].

Экспериментальная часть

Синтез порошка гексаборида лантана осуществляли безвакуумным электродуговым методом в атмосфере воздуха. В качестве исходных реагентов использовали порошки оксида лантана (La₂O₃, чистота $\geq 99,9\%$, размер частиц ≤ 1 мкм) и аморфного бора (В, чистота $\geq 99,9\%$, размер частиц до 10 мкм). Подготовку шихты проводили смешиванием компонентов в эквимолярном соотношении в вибрационной мельнице Retsch PM 100 в течение 30 минут при частоте 400 об/мин.

Электродуговой синтез проводили при силе тока 150 А и длительности горения дугового разряда 60 с. Температура в зоне реакции достигала $\sim 2050^\circ\text{C}$, что обеспечивало протекание реакции образования LaB₆.

Консолидацию синтезированного порошка осуществляли методом искрового плазменного спекания (SPS) на установке SPS 10-4 (GT Advanced Technologies, США). Спекание проводили при температурах 1750°C и 1850°C , давлении 50 МПа и времени выдержки 10 минут. Скорость нагрева составляла $100^\circ\text{C}/\text{мин}$. Охлаждение образцов происходило в естественных условиях. Получали цилиндрические образцы диаметром 12,7 мм и толщиной до 4 мм.

Микроструктуру и морфологию поверхности изучали с помощью сканирующей электронной микроскопии на микроскопе Tescan Vega 3 SBU с приставкой Oxford XMax-50. Плотность определяли гидростатическим взвешиванием. Микротвердость измеряли на приборе Pruftechnik KB-30S с использованием индентора Виккерса при нагрузке 1 НВ.

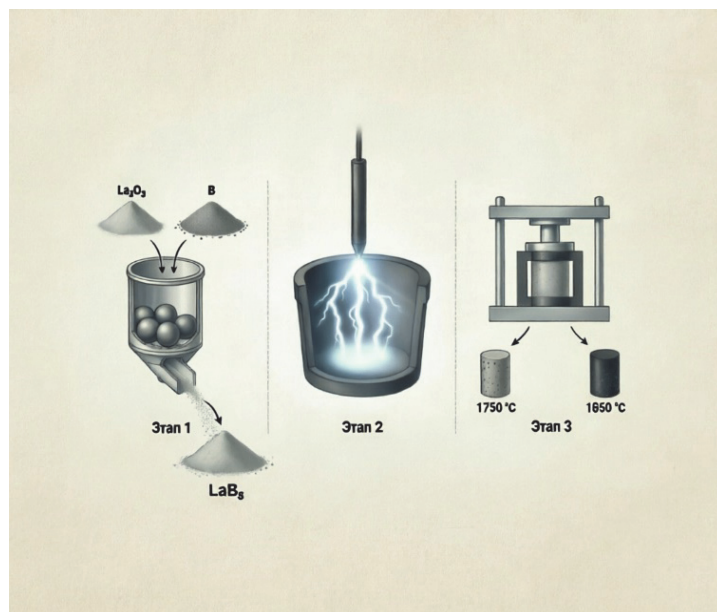


Рис. 1. Схема эксперимента по получению керамических образцов гексаборида лантана

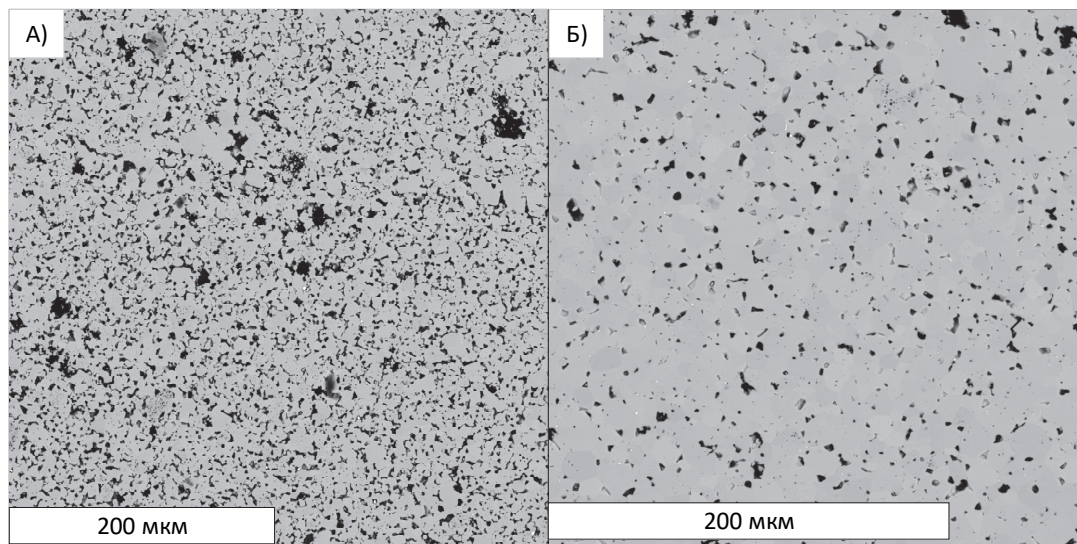


Рис. 2. Результаты растровой электронной микроскопии. А) Образец, полученный при температуре спекания 1750°C ; Б) Образец, полученный при температуре спекания 1850°C

Результаты

Микроструктура образца А) характеризуется высокой степенью неоднородности распределения частиц по размерам по сравнению с образцом, спеченным при более высоких температурах. Наблюдаются отдельные частицы размерностью 10–30 мкм. Отмечается повышенное содержание порового пространства и менее плотная упаковка частиц. Сохраняется исходная морфология частиц в виде кубических изометричных кристаллов. Локально прослеживается микропористость, что свидетельствует о недостаточной степени уплотнения материала при данной температуре спекания.

Микроструктура образца Б) характеризуется относительно высокой степенью однородности. Средний размер межпорового пространства составляет 5–15 мкм. Согласно данным энергодисперсионного спектрометрического анализа, основная фаза соответствует чистому гексабориду лантана (LaB₆). Присутствуют единичные включения механических примесей (соединения Ni, Fe, Cr) размером 1–5 мкм, общее содержание которых не превышает 1 об.%. Размер пор варьируется в диапазоне 5–70 мкм; средний размер пор составляет 15–25 мкм. По сравнению с образцом, спеченным при 1750 °С, наблюдается улучшение однородности микроструктуры.

Закключение. В работе исследовано влияние температуры искрового плазменного спекания (SPS) на микроструктуру и твердость керамики на основе гексаборида лантана. Порошок LaB₆, полученный безвакуумным электродуговым методом, был консолидирован при температурах 1750–1850 °С (давление 50 МПа, выдержка 10 мин).

Установлено, что повышение температуры спекания приводит к закономерному росту микротвёрдости по Виккерсу: с 9,10 ГПа (1750 °С) до 15,45 ГПа (1850 °С). Увеличение твёрдости практически в 2 раза обусловлено снижением пористости (рост относительной плотности с 81,5 % до 88,4 %), уменьшением среднего размера зёрен и улучшением уплотнения материала. Оптимальным режимом SPS-спекания для достижения максимальной твёрдости является температура 1850 °С.

Благодарности: в работе применялось оборудование ЦКП НОИЦ НМНТ ТПУ.

Финансирование: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-29-00222, <https://rscf.ru/project/25-29-00222/>.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cahill J.T., Graeve O.A. Hexaborides: a review of structure, synthesis and processing // J. Mater. Res. Technol. – 2019. – Vol. 8, No. 6. P. 6321–6335.
2. Gholami S., M. Pérez-Page, C. D'Agostino, and Esteban J. “(Deep) eutectic solvents for the separation of platinum group metals and rare earth elements: Characteristics, extraction mechanisms and state of the art,” Chem. Eng. J., vol. 505, p. 159497, 2025.
3. Taran A., Voronovich D., Plankovskyy S., Paderno V., Filipov V. Review of LaB₆, Re-W Dispenser, and BaHfO₃-W Cathode Development. IEEE Transactions on Electron Devices. 2009, 56, 812–817.
4. Svinkhova A.A., Li Yu.V., Yakich T.Yu., Stovpets D.E., Pak A.Ya., Spodina A.V. Possibility of synthesizing lanthanum hexaboride by a vacuum-free electric arc method // Technical Physics Letters. – 2025. – Vol. 51, No. 16. P. 15–17.

БИОГРАФИЯ

Я, Сподина Анастасия Вячеславовна, работаю в области физики конденсированного состояния и специализируюсь на безвакуумном электродуговом синтезе. Работаю старшим лаборантом в НИ ТПУ г. Томск. Студент бакалавриата с 2024 года. Область моих научных интересов включает рентгенофазовый анализ, электронную микроскопию.

INFLUENCE OF SINTERING TEMPERATURE ON HARDNESS OF LANTHANUM HEXABORIDE

A.V. Spodina, A.A. Svinukhova, A.Ya. Pak

Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia, avs363@tpu.ru

Lanthanum hexaboride (LaB_6) is a promising refractory material with high melting point (2500 °C), low work function, and high hardness [1]. It is widely used in thermionic cathodes and high-temperature applications [2]. Hardness is critical for durability under mechanical and thermal loads. This work studies the influence of SPS temperature on LaB_6 hardness.

Experimental and results

LaB_6 powder was synthesized from La_2O_3 and B powders ($\geq 99.9\%$) by vacuum-free electric arc method (150 A, 60 s, ~ 2050 °C). Consolidation was performed by SPS (SPS 10-4, GT Advanced Technologies) at 1750 °C and 1850 °C, 50 MPa, 10 min, heating rate 100 °C/min. Microstructure was studied by SEM (Tescan Vega 3 SBU).

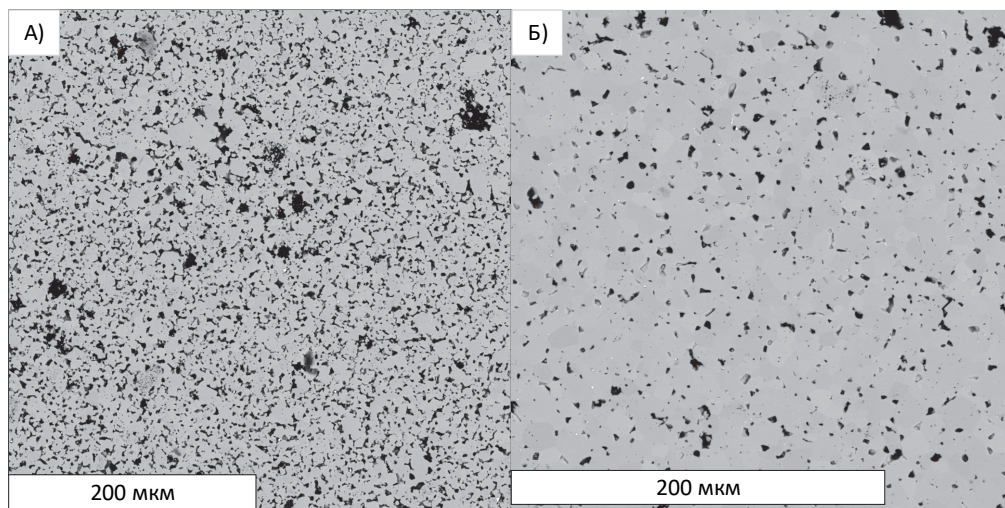


Fig. 1. Scanning electron microscopy results. A) Sample obtained at a sintering temperature of 1750 °C; B) Sample obtained at a sintering temperature of 1850 °C

Figure 1 shows that the sample sintered at 1750 °C exhibits inhomogeneous particle distribution (10–30 µm) and microporosity. The sample sintered at 1850 °C demonstrates improved homogeneity, reduced porosity (average pore size: 15–25 µm), and finer grains. Vickers microhardness increased from 9.10 GPa (1750 °C) to 15.45 GPa (1850 °C), correlating with density increase from 81.5% to 88.4%.

REFERENCE

1. Глобальный рынок редкоземельных металлов / В.Б. Кондратьев // Горная промышленность. – 2017. – № 4. – С. 48–54.
2. Gholami S., M. Pérez-Page, C. D'Agostino, and Esteban J. "(Deep) eutectic solvents for the separation of platinum group metals and rare earth elements: Characteristics, extraction mechanisms and state of the art," Chem. Eng. J., vol. 505, p. 159497, 2025.

BIOGRAPHY

My name is Spodina Anastasia Vyacheslavovna. I work in the field of condensed matter physics and specialize in vacuum-free electric arc synthesis. I work as senior laboratory assistant of the NR TPU, Tomsk. Bachelor's degree student since 2024. My research interests include X-ray phase analysis and electron microscopy.

ПРИРОДНЫЙ МИНЕРАЛ ГЛАУКОНИТ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

Ю.И. Сухарев¹, В.Д. Тхай², И.Ю. Апаликова³, В.О. Апаликов⁴

¹ ГОУ ВПО «Челябинский государственный университет», Челябинск, Россия, yuri_sucharev@mail.ru

² ФГБОУ ВО "Уральский государственный медицинский университет" Миздрава России, Екатеринбург, Россия, vthay@mail.ru

³ ФГКБОУ ВПО Филиал Военного Учебно-Научного Центра Военно-Воздушных Сил "Военно-Воздушная Академия" в г. Челябинске, Россия. Филиал ВУНЦ ВВС "ВВА" в г. Челябинске, Челябинск, Россия, apal-inna@yandex.ru

⁴ ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет), Челябинск, Россия, apalikov74ru@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрена особенность структуры и сорбционно-обменные свойства глауконита Каринского месторождения Кунашакского района Челябинской области.

Введение. Благодаря своим специфическим свойствам (наличию красящих оксидов, активных катионов калия, слоистой структуре, наличию в природе в виде ненабу-

хающих в воде и других жидких средах механически прочных округлых зерен) глаукониты представляют собой ценное промышленное сырье различного назначения. В данной работе исследовались пробы глауконита Каринского месторождения Кунашакского района Челябинской области.

При подготовке проб проводили отмучивание и двухстадийную электромагнитную сепарацию породы, что позволило получить концентрат с содержанием минерала 90-95%.

Целью работы является изучение особенностей структуры и сорбционно-обменных свойств глауконита Каринского месторождения.

Актуальность исследования. Поиск ионообменников, обладающих высокой емкостью, селективностью, а также низкой стоимостью, имеет большое значение, поскольку ионный обмен занял важное место среди основных методов очистки вод, разнообразных по происхождению.

При исследовании глауконитового концентрата (далее просто "глауконит") был использован комплекс методов: химический, рентгеноструктурный анализы. Рентгеноструктурный анализ исходных проб выполнен на дифрактометре Дрон 0,5 по стандартной для глин методике [1].

Определение обменных катионов калия, натрия, магния и кальция выполнено по ГОСТу 3594.3-77 и ГОСТу 3594.2-77. Изучение сорбции катионов из хлоридных или сульфатных растворов проводили методом изомолярных серий при постоянной и переменной ионной силе [2].

Экспериментальная часть. Для экспериментов использовали не измельченный минерал, переведенный предварительно в К-, Na-форму (в зависимости от эксперимента) двухкратной обработкой 1 М раствором KCl (NaCl). Подобная предварительная обработка глауконита выбрана как общепринятая для исследования глинистых минералов, поскольку К- (Na) – ионы легко вытесняются с обменных позиций другими катионами [1-3]. Сорбцию катионов проводили из хлоридных, нитратных, сульфатных растворов металлов в статических условиях при соотношении Т: Ж = 1:25; 2:25; 1:50 (г: мл). В ряде экспериментов ионную силу раствора поддерживали постоянной, для этого к раствору соли металла добавляли соответственно раствор NaCl или Na₂SO₄. Для катионов Ca²⁺, Mg²⁺, Mn²⁺ изотермы сорбции сняты близкой к нейтральной области pH (5,5-7,5). При изучении сорбции катиона меди pH раствора поддерживали на уровне 4,0 для предотвращения осаждения гидроксидных осадков. Сорбцию Fe³⁺ проводили при pH = 2,5, установленное добавлением раствора HCl. Растворы с сорбентом перемешивали 2 часа на встряхивателе, причем общее время контакта составляло 1 сутки. Сорбцию оценивали по изменению содержания металла в растворе. Содержание катионов Ca²⁺, Mg²⁺, Zn²⁺, Cu²⁺ определяли трилонометрически по стандартным методикам [2]. Для определения Fe³⁺ и Mn²⁺ использовали фотометрические методы [2]. Содержание аммонийного азота определяли фотометрически по стандартной методике с помощью реактива Несслера [1].

Результаты и их обсуждение

Изучение фазового состава и структуры

Пробы по цветовой гамме разные: от светло-зеленых до темно-зеленых.

Размеры зерен варьируют от 0,02 до 2,0 мм. Форма зерен глауконита разнообразна: полуокатанная, окатанная, слегка удлинённая, неправильная, преобладают полуокатанные зерна.

Разница в катионно-обменных свойствах исследованных проб незначительна, содержание обменных катионов в мг-экв на 100 г минерала следующее: Ca 7-8; Mg 5-8; K 1,6-2,6; Na 0,5-0,8.

Изучение сорбционно-обменных свойств

Свойства минерала как фильтрующей загрузки

По стандартным методикам для глауконита (фракция 0,1-0,4 мм) были определены: плотность ($\rho = 1,795 \text{ г/см}^3$), максимальная и минимальная пористость ($E_{\min} = 0,129$, $E_{\max} = 0,247$) [1]. Для гранулированного минерала проводились испытания на механическую прочность, химическую стойкость.

Изучение сорбционно-обменных свойств

Сорбция катионов металлов

Глауконит, обладая выраженной катионообменной емкостью сорбирует ионы (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , NH_4^+) [1-4]. Для изучения сорбционных свойств были выбраны катионы металлов, определяющих жесткость природных вод (Fe^{3+} , Mn^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+}) и присутствующие в сточных водах (Zn^{2+} , Cu^{2+}). Сорбцию изучали в статических условиях, в интервале концентраций 0-0,15 моль/л.

Изотермы сорбции катионов металлов имеют в большинстве случаев Лэнгмюровский характер, за исключением изотерм для Cu^{2+} . Сорбционная емкость составляет 0,10-0,16 ммоль/г. Для катиона меди (Cu^{2+}) обнаруживается линейный характер изотермы сорбции.

Сорбция ионов аммония

Одним из сооружений биологической очистки является аэротенк. Он представляет собой открытый проточный бассейн, населенный активным илом и энергично аэрируемый принудительной подачей кислорода воздуха. Основным очистительным фактором в аэротенке служит активный ил, сильнонасыщенный микробами – минерализаторами, обладающий большой адсорбционной способностью и самопроизвольной регенерацией.

Сорбцию ионов аммония изучали в интервале концентраций, наиболее часто встречающемся в бытовых сточных водах 0-2,5 ммоль/г, при постоянной ионной силе.

Сорбция органических веществ

Оценка способности глауконита адсорбировать органические вещества проведена двумя способами:

1) для воды с повышенным содержанием органических веществ влияние добавок глауконита оценивали по изменению ХПК воды после 1 суток выдержки не измельченного минерала в вытяжке с различными исходными значениями ХПК. Соотношение Т: Ж = 3: 50.;

2) для вод с пониженным содержанием органических веществ сорбционную способность глауконитового концентрата оценивали по изменению цветности воды после контакта с минералом. Измельченный до фракции 0,1 мм минерал добавляли к при-

родной воде заданной цветности. Перемешивали в течение 3 часов. Затем суспензию разделяли на центрифуге при 8 тыс. об/мин. Цветность ($C_{\text{кон}}$) и мутность ($M_{\text{кон}}$) центрифугата определяли на спектрофотометре Nach (США) при $\lambda = 450$ нм и $\lambda = 810$ нм, соответственно.

Добавки глауконита снижают цветность воды, однако центрифугирование даже на больших скоростях не позволяет полностью удалить взвешенные вещества, присутствующие в исходной воде и диспергированную взвесь минерала, поэтому значения цветности нельзя считать истинными.

Сорбция Y^{3+} , La^{3+} , Gd^{3+}

Известно, что РЗЭ могут быть модельными ионами актиноидов. Исследования, проведенные нами для катионов иттрия, гадолиния, лантана, показали, что обменная емкость глауконита по отношению к РЗЭ составляет 0,22 ... 0,25 ммоль/г в интервале концентраций 0 ... 0,1 моль/л.

Нами предложена методика модификации минерала, которая увеличивает сорбируемость примерно в 5-10 раз. Модификация образцов глауконита состояла из нескольких циклов. Каждый цикл включает ряд последовательных операций:

- насыщение (взаимодействие с раствором соли РЗЭ), отмывка от избытка РЗЭ, высушивание образцов после сорбции до воздушно-сухого состояния;
- обработка 0,1 М КОН;
- отмывка глауконита до нейтрального pH, высушивание до воздушно-сухого состояния.

При последовательном выполнении операций, отмечается аддитивный характер сорбции РЗЭ.

Изотермы сорбции имеют периодический характер [1–4].

Сорбция ^{90}Sr , ^{137}Cs

В связи с различной природой радионуклидов цезия-137 и стронция-90 и дополнительными сложностями их совместного определения, исследования по сорбции этих изотопов проводили отдельно. Измерение активности цезия-137 в растворах проводили на анализаторе АМА-ОЗФ. Объем пробы раствора при измерениях брали 10 мл. Измерение активности стронция-90 в пробах проводили следующим образом. Пробу раствора объемом 0,1 мл отбирали пипеткой, наносили на мишень, сушили и выдерживали в течение двух недель для установления радиоактивного равновесия между стронцием-90 и иттрием-90, после чего проводили измерения остаточной активности на установке [1–4].

Исследования по модификации сорбента

Модификацию глауконита осуществляли путем формирования оксигидратной пленки на поверхности минерала. Различают три основных метода получения сорбентов на носителях.

Осаждение сорбционного материала на поверхности материала-носителя в водных или водно-органических растворах.

Взаимодействие реагента с поверхностью материала-носителя с образованием сорбционного материала.

Адсорбция паров химического соединения на поверхности материала носителя с последующим переводом его в форму сорбционного материала, например – гидролизом.

Нами была использована вторая методика, которая позволяет увеличить сорбируемость в 2,5 раза.

Заключение

1. Не гранулированный минерал не обладает достаточными механическими (прочностными) характеристиками для использования его в качестве фильтрующей загрузки.

2. Показана удовлетворительная сорбция ионов тяжелых металлов.

3. Отмечено высокое сродство глауконита по отношению к ионам аммония, лантаноидов (рассматриваются как модели трансурановых элементов). При сорбции ионов аммония глауконит играет роль саморегенерирующегося сорбционного носителя для сапрофитной микрофлоры.

4. Исследована сорбция радионуклидов ^{90}Sr , ^{137}Cs , которая позволяет рекомендовать минерал, как сорбент радиоактивного загрязнения.

5. Разработана методика модификации (грануляции) сорбента марганцевой пленкой, которая упрочняет структуру сорбента, и увеличивает сорбируемость.

6. Проведенные исследования по изучению свойств глауконитов Уральского месторождения, позволяют рекомендовать ионообменник в качестве перспективного природного многофункционального сорбента в процессах охраны окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сухарев Ю.И., Тхай В.Д., Апаликова И.Ю., Апаликов В.О. Сорбционные свойства природного минерала глауконита (статья). XXIII Международная конференция по науке и технологиям Россия-Корея-СНГ: материалы конференции/ Москва, 24–6 августа 2023 года. Москва: Изд-во МГУ, 2023. – С. 61-71.

2. Сухарев Ю.И., Тхай В.Д., Апаликова И.Ю., Апаликов В.О. Сорбционные свойства аплицидных гелевых систем (статья). XXIV Международная конференция по науке и технологиям Россия-Корея-СНГ: материалы конференции/ Москва, 29-31 августа 2024 года. Москва: Изд-во МГУ, 2024. – С. 200-204.

3. Sucharev Yu.I. Wave Oscillations in Colloid Oxyhydrates // Switzerland, UK, USA: Trans Tech Publications LTD. 2010. 497 p.

4. Sucharev Yu.I. Nonlinearity of Colloid Systems: Oxyhydrate Systems. Switzerland, UK, USA: Trans Tech Publications. 2007. 433 p.

БИОГРАФИЯ

Я, Сухарев Юрий Иванович, работаю в области нанотехнологий и специализируюсь в области физической химии. Должность: профессор, д.х.н., кафедра “Химии твердого тела и нанопроцессов”. 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.

Я, Тхай Валерий Дмитриевич, работаю в области фармации и специализируюсь в области химии. Должность: профессор кафедры фармации. ФГБОУ ВО "Уральский государственный медицинский университет" Минздрава России, г. Екатеринбург, Россия. Доктор химических наук с 1998 г. Область научных интересов – механизм формообразования оксигидратов тяжёлых металлов; антибактериальная активность нанокластеров оксигидратных систем.

Я, Апаликова Инна Юрьевна, работаю в области нанотехнологий и специализируюсь в области физической химии. Должность: профессор. 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.

Я, Апаликов Виталий Олегович, 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. Инженер, ЮУрГУ. Область научных интересов – механизм формообразования оксигидратов тяжёлых металлов; антибактериальная активность нанокластеров оксигидратных систем.

NATURAL MINERAL GLAUCONITE AND POSSIBILITIES OF ITS APPLICATION

Yu.I. Sucharev¹, Valery Thay², Inna Apalikova³, Vitaly Apalikov⁴

¹ *Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, Russia, yuri_sucharev@mail.ru*

² *Urals State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Ekaterinburg, Russia, vthay@mail.ru*

³ *Branch of the Air Forces Military Academic Center «Air Force Academy», Chelyabinsk, Russia, apal-inna@yandex.ru*

⁴ *South Ural State University, Chelyabinsk, Russia, apalikov74ru@yandex.ru*

Abstract. The article discusses the structure and sorption-exchange properties of glauconite from the Karinskoye deposit in the Kunashaksky district of the Chelyabinsk region. Introduction. Due to their specific properties (the presence of coloring oxides, active potassium cations, a layered structure, and the presence of non-swelling, mechanically durable, rounded grains in nature), glaucites are a valuable industrial raw material for various purposes. In this study, samples of glauconite from the Karinskoye deposit in the Kunashak district of the Chelyabinsk region were examined.

The aim of the work is to study the structure features and sorption-exchange properties of the Karinsk deposit glauconite. Research relevance. The search for ion exchangers with high capacity, selectivity, and low cost is of great importance, since ion exchange has taken an important place among the main methods of water purification, diverse in origin.

Conclusion

1. The non-granular mineral does not have sufficient mechanical (strength) characteristics to be used as a filter loading.

2. Satisfactory sorption of heavy metal ions has been shown.

3. The high affinity of glauconite towards ammonium ions, lanthanides (considered as models of transuranic elements) has been noted. When ammonium ions are sorbed, glauconite plays the role of a self-regenerating, sorption carrier for saprophytic microflora.

4. The sorption of radionuclides ^{90}Sr , ^{137}Cs has been studied, which allows the mineral to be recommended as a sorbent for radioactive contamination.

5. A method has been developed for modifying (granulating) the sorbent with a manganese film, which strengthens the sorbent structure and increases its sorbability.

The studies conducted on the properties of glaucites from the Ural deposit allow us to recommend the ion exchanger as a promising natural multifunctional sorbent in environmental protection processes.

REFERENCE

1. Sukharev Yu.I., Thai V.D., Apalikova I.Yu., Apalikov V.O. Sorption properties of natural mineral glauconite (article). XXIII International Conference on Science and Technology Russia-Korea-CIS: Conference Proceedings/ Moscow, August 24–6, 2023. Moscow: Moscow State University Press, 2023. – Pp. 61-71.

2. Sukharev Yu.I., Thai V.D., Apalikova I.Yu., Apalikov V.O. Sorption properties of applied gel systems (article). XXIV International Conference on Science and Technology Russia-Korea-CIS: Conference Proceedings/ Moscow, August 29-31, 2024. Moscow: Moscow State University Press, 2024. – Pp. 200-204.

3. Sucharev Yu.I. Wave Oscillations in Colloid Oxyhydrates // Switzerland, UK, USA: Trans Tech Publications LTD. 2010. 497 p.

4. Sucharev Yu.I. Nonlinearity of Colloid Systems: Oxyhydrate Systems. Switzerland, UK, USA: Trans Tech Publications. 2007. 433 p.

BIOGRAPHY

1. Sucharev Yuri Ivanovich. I work in the field of nanotechnology and specialize in physical chemistry. Position: Professor, Doctor of chemical sciences, department "Solid state Chemistry and nanoprocesses". 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.

2. Thay Valery Dmitrievich. I work in the field of pharmacies and specialize in chemistry. Position: Professor of Department of pharmacies. , Doctor of chemical sciences. Urals

State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Ekaterinburg, Russia. The field of scientific interests is the mechanism of formation of oxyhydrates of heavy metals; Antibacterial activity of nanoclusters of oxyhydrate systems.

3. 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.

4. Apalikhov Vitaly Olegovich. Graduate 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. Engineer, SUSU. The field of scientific interests is the mechanism of formation of oxyhydrates of heavy metals; Antibacterial activity of nanoclusters of oxyhydrate systems.

ЛАЗЕРНО-ИНДУЦИРОВАННАЯ ГЕНЕРАЦИЯ НАНОСТРУКТУР ИЗ ТОНКИХ ПЛЕНОК ЗОЛОТА

Н.Д. Хам, А.А. Горшкова, А.М. Трубицын

НИУ ИТМО, Санкт-Петербург, kham.nikolay@gmail.com

НИУ ИТМО, Санкт-Петербург, lofi.pn@mail.com

НИУ ИТМО, Санкт-Петербург, rockurarity@gmail.com

Наноструктуры, полученные из благородных металлов, широко применяются в качестве чувствительного элемента для оптических измерений в биомедицинской области. Тем не менее, создания датчиков на базе нанофотонных элементов остается сложной, многоэтапной и дорогостоящей процедурой. Для преодоления данных трудностей предлагается использование лазерного метода фабрикация нанофотонных элементов одиночными фемтосекундными импульсами. Настоящая работа посвящена разработке и тестированию экспериментальной установки, позволяющей в полуавтоматическом режиме создавать массивы наноструктур с высокой степенью воспроизводимости.

Ключевые слова: лазер, наноструктуры, фабрикация наноструктур, нанофотонные элементы.

В качестве источника лазерного излучения в экспериментальной установке использовался иттербиевый фемтосекундный твердотельный лазер Antaus производства Avesta. Центральная длина волны лазерного излучения составляла 1030 нм, а длительность импульса была более 270 фс. Для проведения экспериментов лазер приме-

нялся совместно с генератором второй гармоники, что позволяло получать излучение в необходимом спектральном диапазоне. Использование второй гармоники было принципиально важным, поскольку в предложенной конфигурации установки требовались длины волн в диапазоне приблизительно от 500 до 525 нм.

Выбор данного диапазона был связан с особенностями используемой оптической схемы. В установке применялась фазовая пластинка, позволяющая формировать тороидальное распределение интенсивности в лазерном пучке. Такое распределение отличается от обычного гауссова пучка тем, что максимум интенсивности расположен не в центре, а по кольцевому контуру. Благодаря этому становится возможным локальное воздействие на тонкую металлическую пленку именно в области кольца. При поглощении лазерного излучения пленка нагревается, в результате чего происходит ее локальное разрушение по контуру окружности с последующим формированием наноструктуры.

Экспериментальная установка (рис. 1) включала в себя не только лазерный источник и генератор второй гармоники, но и ряд дополнительных оптических элементов, необходимых для управления параметрами пучка. В схему входили полуволновые и четвертьволновые пластинки, ротатор Фарадея, призма Глана, набор зеркал, несколько диафрагм, модулятор для генерации второй гармоники, разделитель луча, vortex retarder, beam block, камера и внешний источник света. Каждый из этих элементов выполнял отдельную функцию в процессе подготовки, стабилизации и контроля лазерного излучения.

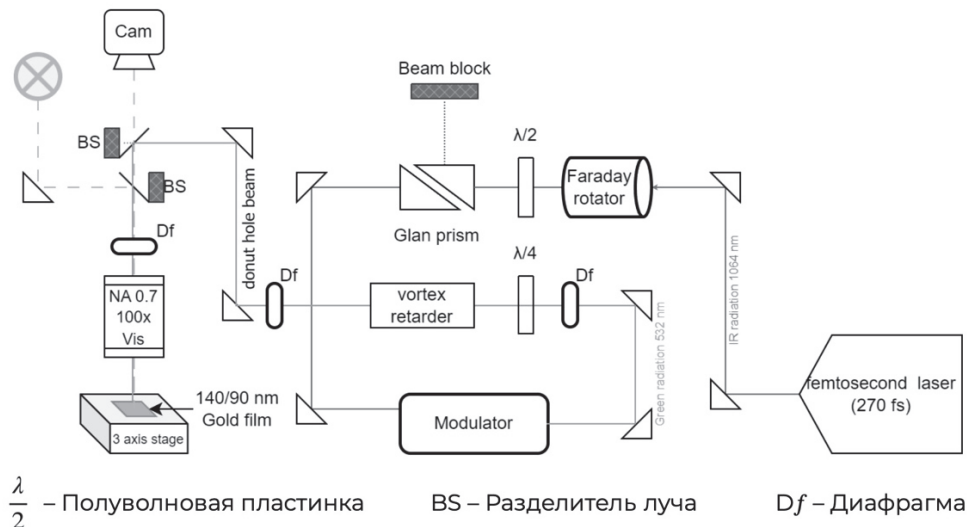


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

Полуволновые и четвертьволновые пластинки использовались для изменения состояния поляризации лазерного пучка. Это необходимо для точной настройки взаи-

модействия излучения с последующими оптическими элементами и образцом. Ротатор Фарадея применялся для защиты лазерного источника от обратных отражений, которые могут возникать при прохождении излучения через оптическую систему. Призма Глана позволяла выделять излучение с заданной линейной поляризацией и тем самым обеспечивала дополнительный контроль над мощностью и качеством пучка. Диафрагмы использовались для пространственной фильтрации и ограничения паразитных частей пучка, а зеркала - для направления излучения по требуемой траектории внутри установки.

Важным элементом схемы являлся vortex retarder, с помощью которого формировалось требуемое пространственное распределение интенсивности. Именно этот элемент позволял получать пучок с кольцевой структурой, необходимой для создания наноструктур заданной формы. Beam block использовался для безопасного поглощения лишнего или отраженного излучения, не участвующего в эксперименте. Камера и источник света были необходимы для визуального контроля положения образца, фокусировки пучка и наблюдения за процессом фабрикации.

Создание структур производилось с помощью конфокальной установки, включающей встроенный специально сконструированный микроскоп. Для визуальной оценки процесса фабрикации использовались сменные объективы Mitutoyo Plan Apo Infinity с различными увеличениями и числовыми апертурами: X10 NA = 0.28, X50 NA = 0.55 и X100 HR NA = 0.9. Наличие нескольких объективов позволяло подбирать оптимальный режим наблюдения в зависимости от этапа эксперимента. Объектив с меньшим увеличением использовался для грубой навигации по поверхности образца, тогда как объективы с большим увеличением позволяли точнее контролировать область обработки и положение фокальной плоскости.

Для создания массивов наноструктур в предложенной схеме применялись моторизованные бесщеточные столики Standa с микрометровой точностью позиционирования. Они обеспечивали перемещение образца по трем осям в процессе работы лазера. Использование трехосевой схемы было необходимо не только для перемещения образца по заданной траектории в плоскости, но и для точного контроля положения поверхности пленки относительно фокальной плоскости сфокусированного лазерного пучка. Это особенно важно при работе с тонкими пленками, поскольку даже небольшое отклонение от фокуса может заметно изменить распределение энергии на поверхности и, как следствие, повлиять на форму и качество получаемых наноструктур.

Автоматизация перемещения образца позволила перейти от создания отдельных структур к формированию регулярных массивов. Для этого было разработано программное обеспечение на языке Python. Оно использовалось для задания шаблонов, генерации инструкций движения столиков и синхронизации отдельных элементов установки. При разработке применялись стандартные библиотеки Python, включая NumPy, SciPy, time и другие. Они позволяли обрабатывать массивы координат, задавать траектории движения, рассчитывать последовательности команд и управлять временными задержками между отдельными этапами эксперимента.

Отдельная задача заключалась в синхронизации работы лазера и моторизованных столиков. Поскольку используемые устройства не имели общего канала связи, требовалось разработать программный механизм, позволяющий согласовывать их работу на уровне управляющего компьютера. Для инициализации параметров синхронизации были написаны программные оболочки для существующих библиотек производителей, часть из которых была реализована на языке C#. Такой подход позволил объединить управление различными устройствами в единую экспериментальную систему и расширить функциональность по сравнению со стандартным заводским программным обеспечением.

В качестве образцов в экспериментах использовались тонкие пленки золота толщиной 140 и 90 нм, нанесенные на стеклянные подложки. Выбор золота обусловлен его оптическими и плазмонными свойствами, а также перспективностью применения золотых наноструктур в сенсорики. Тонкие металлические пленки являются удобной основой для лазерно-индуцированного формирования микро- и наноструктур, поскольку их локальный нагрев может приводить к контролируемой модификации материала. При правильно подобранных параметрах лазерного воздействия удастся получать структуры, геометрия которых определяется пространственным распределением интенсивности в пучке и режимом перемещения образца.

В процессе эксперимента лазерное излучение фокусировалось на поверхность золотой пленки. За счет кольцевого распределения интенсивности нагрев происходил преимущественно по контуру окружности. Это приводило к локальному изменению состояния пленки, ее разрушению или перераспределению вещества в зоне воздействия. В результате формировались наноструктуры, форма которых зависела от параметров лазерного импульса, толщины пленки, положения фокуса, а также от точности позиционирования образца.

Для проверки работоспособности предложенного метода и анализа полученных структур были выполнены снимки с помощью сканирующей электронной микроскопии. Исследование проводилось на микроскопе Inspect SEM FEI производства Thermo Fisher Scientific. Использование СЭМ позволило оценить морфологию сформированных наноструктур, их размеры, однородность и качество воспроизведения в массиве. Полученные изображения подтвердили возможность формирования наноструктур на поверхности тонких золотых пленок при помощи предложенной лазерной методики.

Полученные на нашей установке наноструктуры представляют собой *chiral nanojets* с характерной шириной порядка 1 мкм. Настроив параметры установки, мы начали стабильно получать массивы таких наноструктур. При этом отдельные наноджеты могли отличаться по форме и размеру, что связано с чувствительностью процесса к энергии импульса, фокусировке и локальным неоднородностям пластинки золота.

Разработанная установка сочетает в себе несколько важных преимуществ. Во-первых, она позволяет управлять пространственной формой лазерного пучка и использовать тороидальное распределение интенсивности для локального воздействия на материал. Во-вторых, применение моторизованных трехосевых столиков обеспечивает точное позиционирование образца и возможность создания массивов структур.

В-третьих, написанное программное обеспечение позволяет автоматизировать процесс фабрикации и синхронизировать устройства, изначально не предназначенные для совместной работы в единой системе. Все это делает предложенную методику удобной для мелкосерийного изготовления наноструктурированных поверхностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Го Чж. и др. Собственные оптические свойства и новые области применения золотых наноструктур // Передовые материалы. – 2023. – С. 2206700.
2. Чжан П., Чэнь С., Ян Х. Крупномасштабное изготовление массива фотонных наноструй методом темплатно-ассистированной самосборки // Микромашины. – 2020. – Т. 11. – С. 473. <https://doi.org/10.3390/mi11050473>
3. Сурдо С., Дуокастелла М., Диаспро А. Нанопаттернирование с помощью фотонных наноструй: обзор и перспективы в биомедицинских исследованиях // Микромашины. – 2021. – Т. 12. – С. 256. <https://doi.org/10.3390/mi12030256>

БИОГРАФИЯ

Я, Хам Николай Дмитриевич, обучаюсь на 1 курсе в Национальном исследовательском университете ИТМО на направлении «Компьютерные технологии» в Санкт-Петербурге. Область моих научных интересов включает информатику и математику, физику.

LASER-INDUCES GENERATION OF GOLD NANOSTRUCTURES

N.D. Kham, A.A. Gorshkova, A.M. Trubicin

ITMO university, Saint Petersburg, kham.nikolay@gmail.com

ITMO university, Saint Petersburg, lofi.pn@mail.com

ITMO university, Saint Petersburg, pockurarity@gmail.com

The fabrication of sensors based on nanophotonic elements remains a complex, multi-stage, and costly procedure. To overcome these difficulties, the use of a laser-based method for fabricating nanophotonic elements with single femtosecond pulses is proposed. This work is devoted to the development and testing of an experimental setup that enables the semi-automatic fabrication of nanostructure arrays with a high degree of reproducibility.

Keywords: laser, nanostructures, nanostructure fabrication, nanophotonic elements.

An ytterbium femtosecond solid-state Antaus laser manufactured by Avesta was used as the source of laser radiation. The use of the phase plate enabled local exposure of the film. As a result of heating, the film was destroyed along a circular contour, followed by the growth of a nanostructure. The structures were fabricated using a confocal setup that included a built-in custom-designed microscope with interchangeable Mitutoyo Plan Apo Infinity objectives: X10 NA = 0.28, X50 NA = 0.55, and X100 HR NA = 0.9. These objectives were used for visual monitoring of the fabrication process.

To create arrays of nanostructures, the proposed setup used motorized brushless Standa stages with micrometer positioning accuracy, allowing the sample to be moved along three axes during laser operation. The use of a three-axis configuration made it possible not only to move the sample along a specified trajectory in the plane, but also to control the alignment between the focal plane of the beam focused by the objective and the surface of the film.

Thin gold films with thicknesses of 140 and 90 nm deposited on glass were used as samples. To verify the performance of the proposed method, images of the resulting nanostructures were obtained using scanning electron microscopy on an Inspect SEM FEI microscope manufactured by Thermo Fisher Scientific.

REFERENCE

1. Guo Z. et al. Intrinsic optical properties and emerging applications of gold nanostructures // *Advanced Materials*. – 2023. – C. 2206700.
2. Zhang P., Chen X., Yang H. Large-Scale Fabrication of Photonic Nanojet Array via Template-Assisted Self-Assembly. *Micromachines* 2020, 11, 473. <https://doi.org/10.3390/mi11050473>.
3. Surdo S., Duocastella M., Diaspro A. Nanopatterning with Photonic Nanojets: Review and Perspectives in Biomedical Research. *Micromachines* 2021, 12, 256. <https://doi.org/10.3390/mi12030256>.

BIOGRAPHY

My name is Kham Nikolay. I am a first-year student at ITMO university, majoring in Computer Science. My research interests include mathematics, computer science and physics.

ИСТОРИЯ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ HISTORY AND INTERDISCIPLINARY SCIENCES

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОЛЕВОЙ ИГРЫ ПРИ ОБУЧЕНИИ МЕЖКУЛЬТУРНОМУ ОБЩЕНИЮ НА КОРЕЙСКОМ ЯЗЫКЕ НА НАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ В ВУЗЕ

Т.В. Ан

*Дальневосточный Федеральный Университет, Владивосток, Россия,
an_yoonho@mail.ru*

Анализируются возможности повышения эффективности обучения корейскому языку за счет ознакомления студентов с культурным контекстом его существования. В качестве средства преодоления одновременно культурного и языкового барьера в обучении предлагается ролевая игра.

В вузовской практике студенты, несмотря на знание грамматики и достаточный словарный запас, нередко испытывают трудности в преодолении языкового барьера и свободном выражении мыслей на иностранном языке. При этом требования к подготовке специалистов предполагают владение иностранным языком как средством профессионального общения. Однако ограниченное количество аудиторных часов и недостаточное применение современных методик обучения снижают эффективность языковой подготовки и мотивацию студентов.

В условиях сокращения учебного времени особую значимость приобретает организация коллективной работы, позволяющей развивать навыки живого общения. Одним из наиболее эффективных интерактивных методов является ролевая игра, создающая условия для моделирования реальных коммуникативных ситуаций.

Ролевая игра представляет собой такое упражнение по развитию межкультурной коммуникации, в котором обучающийся, исполняя попеременно различные социальные и межличностные роли, в ходе общения осваивает иностранную культуру [1]. Ролевая игра, позволяя учитывать индивидуальные особенности обучающихся, их интересы расширяет их культурное пространство, выступает в качестве эффективного средства снятия различных психологических барьеров в общении, как вербальными, так и не вербальными средствами; способствует реализации деятельного подхода в обучении иностранному языку, когда в центре внимания находится студент со своими интересами и потребностями.

Обучение иностранному языку невозможно без освоения культуры и норм общения носителей языка. Эффективная коммуникация зависит не только от языковых

знаний, но и от понимания речевого этикета, особенностей невербального поведения и культурного контекста [2]. Ролевая игра способствует формированию данных навыков, поскольку позволяет создать имитацию естественной языковой среды, в которой обучающиеся могут реализовать и развивать свои коммуникативные способности.

В учебной аудитории необходимо создать уникальную культурную среду, где и преподаватель, и обучающиеся погружаются в иной языковой и культурный мир, переживая его правила общения, мышления и выражения. Обучение свободному устному и письменному созданию иностранной речи – сложная задача, поскольку эффективное общение выходит за рамки простого владения языком. Оно требует глубокого понимания культурных условий, этикета, невербальных форм (мимики, жестов) и фоновых знаний. Для прочного усвоения недостаточно лишь теоретических сведений; необходимо активное применение и отработка этих знаний в реальных речевых ситуациях.

В качестве наглядного примера были разработаны и внедрены в учебный процесс (рис. 1) адаптированные сценарии ролевых игр, охватывающие типичные социокультурные ситуации из повседневной жизни в Корее. Эти сценарии были тщательно продуманы с учетом лексического и грамматического минимума начального этапа, но при этом требовали активации фоновых культурных знаний и соблюдения специфического корейского этикета.

а) Первая встреча, знакомство: студенты разыгрывают ситуацию знакомства с новым человеком (одногоруппником, коллегой, новым другом). Цель – отработать правила представления себя и других, использование приветствий, вежливых форм, а также умение задавать простые вопросы о возрасте, роде занятий и интересах.



Рис. 1. СО «Школа для будущих поколений» проект «Педагогические кружки: корейский язык», руководитель Левадская Полина Игоревна; Студенты ДВФУ во время занятий кружка отыгрывают ролевые сценарии

б) Поход в магазин или ресторан: проигрывание ситуации покупки товаров или заказа еды. Отработка обращения к работнику заведения или магазина, понимание цен, выражение просьб и благодарности, а также невербальные аспекты, например, такие как передача денег двумя руками...

в) Приглашение человека в гости или на мероприятие: имитация приглашения друга на ужин или вечеринку, ответы на приглашение в виде согласия или отказа. Фокус на вежливых формулировках приглашения и отказа, а также на понимании особенностей корейского гостеприимства.

г) Ситуация извинения или просьбы: разыгрывание сценариев, где необходимо вежливо извиниться за опоздание или обратиться с небольшой просьбой. Особое внимание уделялось формам извинения в корейском языке и способам выражения просьбы, которые могут отличаться от европейских [3].

Каждая ролевая игра строилась на основе трехфазной модели:

Подготовительный этап, во время которого преподаватель знакомил студентов с лексико-грамматическим материалом, необходимым для игры, объяснял культурные особенности ситуации, распределял роли и давал инструктаж (рис. 2).



Рис. 2. СО «Школа для будущих поколений» проект «Педагогические кружки: корейский язык», руководитель Левадская Полина Игоревна; Студенты ДВФУ во время занятий кружка изучают новую лексику перед отыгрыванием ролевые сценарии

Игровой этап: студенты в парах или малых группах разыгрывали сценарии, свободно импровизируя в рамках заданных ролей (рис. 3).

Аналитический этап, где после игры проводилось коллективное обсуждение рефлексия. Студенты делились своими впечатлениями анализировали свои действия, указывали на языковые и культурные ошибки друг друга, а преподаватель давал корректирующую обратную связь и разъяснения. Для оценки использовались чек-листы, фиксирующие корректность речи, адекватность культурного поведения (поклоны, жесты, использование вежливых форм), а также общую эффективность коммуникации.



Рис. 3. СО «Школа для будущих поколений» проект «Педагогические кружки: корейский язык», руководитель Левадская Полина Игоревна; Студенты ДВФУ во время занятий кружка отыгрывают ролевые сценарии

Внедрение ролевых игр в процесс обучения корейскому языку на начальном этапе показало значительные положительные результаты в формировании межкультурной компетенции студентов. Студенты, регулярно участвующие в ролевых играх, демонстрировали значительно меньшую скованность и страх перед говорением на корейском языке. Игровая ситуация позволяла им чувствовать себя более раскованно, совершать ошибки без боязни осуждения, что в итоге приводило к более свободному и спонтанному общению. Потребность в имитации реального общения побуждала студентов стремиться к более аутентичному произношению и интонации, что является критически важным для понимания носителями языка. Ролевые игры стимулировали студентов к активному поиску и использованию новой лексики и грамматических конструкций, необходимых для успешной реализации роли. Материал запоминался не как изолированные единицы, а как функциональные элементы речи в конкретном контексте. А также игровой формат сделал процесс обучения более живым и интересным, способствуя росту внутренней мотивации студентов к более глубокому

изучению не только языка, но и культурных особенностей Кореи. Они проявляли больший интерес к поиску дополнительной информации о корейских обычаях, традициях и нормах поведения.

Наиболее эффективными оказались игры, которые не просто воспроизводили диалоги, а предлагали некоторую проблему или цель, которую нужно было достигнуть в процессе взаимодействия, например, «угговорить друга пойти на концерт» или «успешно купить сложный товар». Эти задания требовали более гибкого применения языковых и культурных навыков. Рефлексивный этап после каждой игры оказался критически важным для осознания и закрепления культурных знаний, а также для коррекции ошибок.

Таким образом, мы можем отследить, что культурный компонент в содержании обучения иностранному языку играет существенную роль в развитии личности обучающегося, так как дает возможность не только ознакомиться с наследием культуры страны изучаемого языка, но и сравнить его с культурными ценностями своей страны, что способствует формированию общей культуры студента, а ролевая игра выступает как эффективное средство достижения этого уровня.

Культурный подход в обучении призван расширить общий, социальный, культурный кругозор обучающихся, стимулировать их познавательные и интеллектуальные процессы, а с помощью ролевой игры обучение иностранному языку как части культуры проходит в максимально приближенном к естественному общению рамках.

Знания о культуре страны изучаемого языка помогают адаптироваться к иноязычной среде, следуя канонам вежливости в инокультурной среде, а ролевая игра помогает «проиграть» все эти навыки в аудитории. Следует при этом отметить, что главным является не воспитание с позиции норм и ценностей страны изучаемого языка и не вызубривание фактов, а умение сравнивать культурный опыт народа, говорящего на изучаемом языке, с собственным опытом.

Для максимальной эффективности методистам и преподавателям рекомендуется тщательно разрабатывать сценарии ролевых игр, интегрируя их в общую программу курса, и уделять особое внимание этапу рефлексии, который позволяет студентам осмыслить приобретенный опыт. Дальнейшие исследования могли бы быть сосредоточены на долгосрочных эффектах применения ролевых игр, а также на разработке более сложных многоэтапных сценариев для продвинутых уровней обучения, что позволит еще глубже интегрировать культурный компонент в языковое образование.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щукин А.Н. Методика преподавания иностранных языков. Москва; 2017: 145–152.
2. Пассов Е.И. Коммуникативный метод обучения иноязычному говорению. Москва; 2010: 223–228.

БИОГРАФИЯ

Я, Ан Татьяна Викторовна, студент 3 курса Дальневосточного федерального университета направления «Педагогическое образование с двумя профилями подготовки: английский и корейский языки». Являюсь руководителем корейского Студенческого

объединения «Ханбёль», которое занимается развитием, продвижением и популяризацией корейской культуры и культуры этнических корейцев, в том числе в университетской среде. Сфера интересов включает межкультурную коммуникацию, преподавание иностранных языков и культурный обмен.

THE USE OF ROLE-PLAYING IN TEACHING INTERCULTURAL COMMUNICATION IN KOREAN AT THE BEGINNER LEVEL IN HIGHER EDUCATION

T.V. An

*Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia,
an_yoonho@mail.ru*

This paper analyzes the possibilities of increasing the effectiveness of Korean language teaching by familiarizing students with its cultural context. Role-playing is proposed as a means to overcome both cultural and linguistic barriers in learning.

Despite having sufficient grammar knowledge and vocabulary, university students often struggle to overcome the language barrier and communicate freely in a foreign language. At the same time, modern professional training requires foreign language proficiency as a tool for intercultural and professional communication. However, limited classroom hours and insufficient use of interactive teaching methods reduce both the effectiveness of language instruction and student motivation.

In these conditions, collaborative learning becomes especially important, as it helps students develop practical communication skills. One of the most effective interactive methods is role-playing, which recreates real-life communicative situations and supports intercultural competence development.

Role-playing enables students to perform different social and interpersonal roles while interacting in a foreign language environment. This method promotes cultural awareness, reduces psychological barriers, and encourages active participation in communication. Effective foreign language learning depends not only on linguistic knowledge, but also on understanding speech etiquette, nonverbal behavior, and cultural norms.

To create an authentic cultural environment, adapted role-play scenarios based on everyday situations in Korea were introduced into Korean language classes for beginners (fig. 1). The scenarios reflected typical social interactions and required students to apply both linguistic and cultural knowledge. Examples included:

- introducing oneself and meeting new people;
- shopping or ordering food in a restaurant;
- inviting someone to an event and responding politely;
- apologizing or making requests in culturally appropriate ways.



Fig. 1. Student Association "School for future Generations" project "Pedagogical circles: the Korean language", head Polina Levadskaya; FEFU students play out role-playing scenarios during the lessons of the circle

Each role-play activity followed a three-stage structure:

1. **Preparation stage** – students learned necessary vocabulary, grammar, and cultural background information (fig. 2);
2. **Performance stage** – students acted out scenarios in pairs or groups with elements of improvisation;
3. **Reflection stage** – participants discussed mistakes, analyzed communication strategies, and received feedback from the teacher.

The implementation of role-playing in beginner Korean classes demonstrated significant positive results. Students became more confident in speaking, showed less fear of making mistakes, and communicated more spontaneously. The need to imitate real communication encouraged more authentic pronunciation and intonation. In addition, students actively expanded their vocabulary and grammar usage because language was learned in a meaningful context rather than as isolated units.

The game-based format also increased motivation and interest in Korean culture, traditions, and social norms. The most effective activities were those involving a communicative goal or problem-solving task, such as persuading a friend to attend a concert or successfully purchasing a complex product. Reflection after each activity proved essential for consolidating both linguistic and cultural knowledge.

Thus, the cultural component of foreign language education plays a major role in students' personal and communicative development. Role-playing serves as an effective tool for integrating language and culture in conditions close to real communication. It not only familiarizes students with the target culture but also encourages comparison with their own cultural experience, contributing to broader intercultural awareness and more effective language acquisition.



Fig. 2. Student Association "School for future Generations" project "Pedagogical circles: the Korean language", head Polina Levadskaya; FEFU students play out role-playing scenarios during the lessons of the circle

REFERENCE

1. Shchukin A.N. Methods of teaching foreign languages. Moscow; 2017: 145-152.
2. Passov E.I. The communicative method of teaching foreign language speaking. Moscow; 2010: 223-228.

BIOGRAPHY

My name is Tatiana Viktorovna An. I am a third-year student at Far Eastern Federal University majoring in Pedagogical Education with two profiles: English and Korean. I am also the head of the student organization «Hanbyol», that focuses on the development, promotion, and popularization of Korean culture and the culture of ethnic Koreans, including within the university environment. My academic interests include intercultural communication, foreign language teaching.

КНДР И АФРИКА В ГОДЫ ХОЛОДНОЙ ВОЙНЫ: ИСТОКИ СБЛИЖЕНИЯ**М.М. Гаврилов***Волгоградский государственный социально-педагогический университет, Волгоград,
Россия, montgoomeri@mail.ru*

В статье анализируются истоки сближения КНДР со странами Африки в период холодной войны. Выделяются четыре ключевых фактора: дипломатическая борьба с Южной Кореей, идеология чучхе, личные связи Ким Ир Сена и прагматические соображения выживания режима.

Причины и предпосылки «обращения» Пхеньяна к африканскому материку крайне обширны и разнообразны. Среди них можно выделить как прагматические, вполне вписывающиеся в концепцию «realpolitik», так и условно идеологические, коренящиеся в природе северокорейского государства, господствующей там системы мировоззрения и даже личности его основателя. Анализ доступных источников позволяет выделить несколько взаимосвязанных групп причин, действовавших одновременно и усиливавших друг друга [1].

Новые источники легитимности. По результатам Корейской войны международное положение КНДР определялось наличием южного соседа, претендующего на статус единственного законного правительства на полуострове. Обе Кореи не имели постоянного членства в ООН. Советско-китайский раскол и события «августовского инцидента» 1956 года поставили Пхеньян в сложное положение: необходимо было лавировать между Москвой и Пекином. Как отмечает Хёмин Чонг, «советско-китайский раскол подтолкнул Пхеньян к налаживанию связей с Третьим миром, включая Африку, диверсифицируя партнёров за пределами социалистического блока» [2, р. 246]. Новые независимые государства Африки, число которых стремительно росло, представляли собой значительный блок голосов в ООН. Дипломатическое признание со стороны африканских стран становилось важнейшим инструментом в борьбе за легитимность. Результаты голосований по корейскому вопросу в ООН в 1975 году наглядно демонстрируют успех Пхеньяна: из 30 африканских государств, поддержавших резолюцию коммунистического блока, 30 проголосовали за позицию КНДР и только 10 – за позицию Южной Кореи [2, р. 250]. На пике своего влияния КНДР имела дипломатические отношения с 40 странами Африки южнее Сахары.

Существовали и идейные основания для подобных отношений. Идеологическая составляющая внешней политики КНДР была не просто риторическим прикрытием, а стройной системой взглядов, глубоко укоренённой в философии чучхе. Учение чучхе с его тремя принципами – политическая самостоятельность, экономическая самодостаточность и военная самооборона – предлагало развивающимся странам целостную мировоззренческую альтернативу как западному капитализму, так и ортодоксальному советскому социализму. Ким Ир Сен подчёркивал: «Если Африка не свободна, то Азия и Латинская Америка также не могут быть свободны» [1]. Чучхе

выступала не как готовая модель для копирования, а как источник вдохновения для местных проектов развития.

Наряду с прагматическими и идеологическими соображениями важную роль сыграли личные связи Ким Ир Сена с африканскими революционерами. Бенджамин Янг выделяет три эмоциональных компонента: восхищение северокорейской моделью развития, страх перед внутренней нестабильностью и доверие к Ким Ир Сёну как «другу военного времени» [3]. Центральным элементом личной дипломатии стали визиты африканских лидеров в Пхеньян – Кваме Нкрумы, Ахмеда Секу Туре, Кеннета Каунды, Роберта Мугабе. После визита в 1980 году Мугабе, по свидетельству очевидцев, «вернулся почти другим человеком», впечатлённый единовластием и централизацией северокорейской системы. Наиболее драматичный пример – история семьи свергнутого президента Экваториальной Гвинеи Франсиско Масиаса Нгеми: его трое детей были воспитаны в Пхеньяне, и одна из них позже вспоминала: «Если вы спросите меня о Ким Ир Сене-политике, я против него, но если вы спросите о Ким Ир Сене-отце, я всегда буду благодарна ему за то, что он защищал, кормил и учил меня» [1].

Впрочем, существовали и иные прагматические соображения. Если в 1960–1970-е годы северокорейская политика в Африке определялась прежде всего идеологическими и дипломатическими мотивами, то к концу холодной войны на первый план вышли прагматические соображения выживания режима. Распад СССР и прекращение советской помощи поставили северокорейскую экономику на грань катастрофы. Африканское направление превратилось в один из немногих доступных каналов получения валютных поступлений. Торговля между Африкой и КНДР достигла объёмов 100 миллионов долларов, а экспорт монументальных сооружений через компанию Mansudae Overseas приносил дополнительные доходы [1].

Таким образом, истоки сближения КНДР с Африкой лежат в сложном переплетении геополитического расчёта, идеологической солидарности, личных связей и взаимной потребности в выживании. Именно сочетание этих факторов заложило основу для удивительно устойчивых северокорейско-африканских отношений, которые сохранились даже после окончания холодной войны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Young B.R. *Guns, Guerillas, and the Great Leader: North Korea and the Third World*. Stanford: Stanford University Press; 2021: 232.
2. Jung H. *Diplomatic Dynamics: Korea and Africa in the Cold War Context*. *Asian and African Studies*. 2024;33(2):240–262.
3. Young B.R. *An Emotional Relationship: Trust, Admiration, and Fear in North Korea-Zimbabwe Relations, 1976-1988*. *S/N Korean Humanities*. 2018;4(2):129–149.

БИОГРАФИЯ

Я, Гаврилов Михаил Михайлович, работаю в области международных отношений и специализируюсь на истории внешней политики КНДР в Африке. Являюсь студен-

том бакалавриата Института исторического и правового образования Волгоградского государственного социально-педагогического университета. Область моих научных интересов включает историю холодной войны, корееведение и африканистику.

NORTH KOREA AND AFRICA DURING THE COLD WAR THE ORIGINS OF RAPPROCHEMENT

M.M. Gavrilov

*Volgograd State Socio-Pedagogical University, Volgograd, Russia,
montgoomeri@mail.ru*

The diplomatic context and the struggle for legitimacy. After the Korean War and the Sino-Soviet split, the DPRK found itself in diplomatic isolation. Africa, where the number of newly independent states was rapidly growing, became a source of international recognition and voices in the United Nations for Pyongyang. By 1980, North Korea had established diplomatic relations with 40 countries on the continent, surpassing South Korea.

The ideological appeal of Juche. The state ideology of the DPRK, Juche, emphasized independence, anti-imperialism and self-reliance. These ideas proved to be in tune with African leaders who sought to distance themselves from both Western and Soviet influence. Juche was perceived not as someone else's doctrine, but as a methodology for developing its own development model.

Personal and pragmatic factors. Kim Il Sung, who went through a guerrilla struggle against Japanese colonialism, built personal trusting relationships with African revolutionaries (Nkrumah, Sekou Toure, Mugabe). Later, with the onset of the economic crisis in the DPRK, Africa became an important source of foreign exchange earnings through the arms trade and the export of monumental structures. The combination of ideological solidarity, personal ties, and mutual benefit has ensured the sustainability of the North Korean-African partnership for decades.

REFERENCE

1. Young B.R. Guns, Guerillas, and the Great Leader: North Korea and the Third World. Stanford: Stanford University Press; 2021: 232.
2. Jung H. Diplomatic Dynamics: Korea and Africa in the Cold War Context. Asian and African Studies. 2024;33(2):240–262.
3. Young B.R. An Emotional Relationship: Trust, Admiration, and Fear in North Korea-Zimbabwe Relations, 1976-1988. S/N Korean Humanities. 2018;4(2):129–149.

BIOGRAPHY

My name is Mikhail Mikhailovich Gavrilov. I work in the field of international relations and specialize in the history of the DPRK's foreign policy in Africa. I am a bachelor's degree

student at the Institute of Historical and Legal Education of the Volgograd State Socio-Pedagogical University. My research interests include the history of the Cold War, Korean studies, and African studies.

ПРОБЛЕМА РЕПАРАЦИЙ КОРЕЙСКИМ «ЖЕНЩИНАМ ДЛЯ УТЕШЕНИЯ» В КОНТЕКСТЕ СОВРЕМЕННЫХ ДЕЛ О СЕКСУАЛЬНОМ НАСИЛИИ¹

А.Г. Даниелян

*Волгоградский государственный социально - педагогический университет, Волгоград,
Россия, danielan.alina876@gmail.com*

В статье анализируется проблема репараций корейским «женщинам для утешения». Показано, что все дипломатические соглашения игнорировали интересы пострадавших, и лишь переход борьбы в национальные суды Южной Кореи привёл к прорыву принципа государственного иммунитета. Однако отсутствие консенсуса в ООН по определению сексуального насилия в конфликтах и по балансу между суверенитетом и международными механизмами препятствует окончательному восстановлению справедливости.

Сексуальное насилие в военных конфликтах долгое время оставалось «невидимым» преступлением для международного правосудия. Под выражением «женщины для утешения» скрывается система массовой сексуальной эксплуатации женщин, организованная Императорской армией Японии в 1930–1940-х годах. Первые «станции утешения» появились около 1932 года, а сам термин закрепился к 1939 году. Создание военных борделей преследовало практические цели: снизить количество венерических заболеваний среди солдат и предотвратить стихийные изнасилования гражданского населения. Однако на практике эти учреждения превратились в инструмент систематического сексуального рабства. Женщин вербовали с помощью обмана, запугивания, манипуляций и прямых похищений [1]. Последнее обстоятельство имело решающее юридическое значение: насильственное перемещение жертв выводило преступления за рамки отдельных солдатских эксцессов и придавало им государственный масштаб, что, однако, оспаривалось Токио на протяжении десятилетий.

Несмотря на масштабы – по разным оценкам, через «станции утешения» прошло до 200 000 женщин, причём около 80 % из них были этническими кореянками – Международный военный трибунал (Токийский процесс, 1946–1948) практически полностью проигнорировал эту категорию преступлений. Систематические изнасилования,

¹ Работа выполнена под руководством И.К. Кима, кандидата исторических наук, доцента кафедры всеобщей истории и методики преподавания истории и обществоведения ФГБОУ ВО «ВГСПУ», e-mail: kokes@mail.ru

сексуальное рабство и принудительная проституция не были включены в обвинительное заключение как отдельные военные преступления или преступления против человечности [1]. Этот правовой вакуум, возникший в самом начале послевоенного урегулирования, предопределил многолетнюю борьбу выживших за признание и репарации.

Первая юридическая преграда на пути к репарациям стал Договор 1965 года между Японией и Республикой Корея, который объявил все претензии между государствами и их гражданами, вытекающие из колониального прошлого, считать «полностью и окончательно урегулированными». Фактически, данный договор аннулировал все индивидуальные претензии со стороны корейцев, что означало, что бывшие «женщины для утешения» на десятилетия лишались какой-либо правовой возможности требовать компенсации через суды [1]. Японское правительство впоследствии систематически будет ссылаться на данный договор и использовать как щит против обвинений в сексуальном рабстве.

Важно отметить, что традиционные ценности корейского общества долгое время препятствовали тому, чтобы сам факт подобной травмы был освещён и проработан в публичном пространстве. Выжившие женщины подвергались дискриминации и осуждению внутри своей страны, многие не могли выйти замуж или становились вторыми жёнами, часть кончала жизнь самоубийством. До 1980-х годов эта тема оставалась запрещённой. Первые публичные свидетельства появились лишь в конце 1980-х – начале 1990-х годов: в 1991 году корейка Ким Хак Сун выступила с историей и подала в суд на японское правительство, что положило начало «эре свидетельских показаний». Однако предание гласности историй «женщин для утешения» стало для южнокорейского общества культурной травмой, так как оно было не готово услышать об этом. Женщинам пришлось отстаивать своё право быть услышанными, и постепенно их борьба превратилась в важную часть национальной идентичности Кореи, а сами женщины – в символ колониального прошлого [2].

В 1996 году был создан Азиатский женский фонд. Механизм фонда предполагал сбор частных пожертвований от граждан Японии и последующую выплату «в качестве жеста искреннего раскаяния» бывшим «женщинам для утешения». Однако с самого начала эта схема вызвала острую критику. Выплаты квалифицировались как «гуманитарная помощь», а не как репарации [2]. Иными словами, участие в фонде не означало прямого признания юридической ответственности японского правительства. Такой подход воспринимался жертвами и южнокорейской общественностью как попытка «откупиться» без покаяния.

Общей чертой всех предыдущих механизмов – от договора 1965 года до Азиатского женского фонда – было игнорирование мнения самих пострадавших. Эта же логика государственного патернализма, когда «взрослые» дипломаты решают судьбы «неудобных» жертв, легла в основу и следующей попытки – двустороннего соглашения между Японией и Южной Кореей от 28 декабря 2015 года. Токио в очередной раз выразил сожаление и обязался предоставить 1 миллиард иен (на текущий момент около 6,3 миллиона долларов) в специальный Фонд примирения и исцеления. В сов-

местном заявлении было прямо указано, что «этот вопрос решён окончательно и бесповоротно», а стороны обязались воздерживаться от взаимных обвинений по данной теме на международной арене. Однако соглашение вновь было заключено без участия самих жертв, а выплаты вновь носили характер гуманитарной помощи, а не юридических компенсаций [2]. Бывшие «женщины для утешения» требовали не денежных выплат, а прямого признания государственной ответственности, официальных извинений на уровне парламента и включения правды о сексуальном рабстве в школьные учебники. В итоге соглашение 2015 года не поставило точку в споре, а лишь обострило межкультурные противоречия.

Именно эта неспособность политических механизмов дать удовлетворение пострадавшим и привела к тому, что борьба за репарации переместилась на территорию национальных судов. За последние годы южнокорейские суды совершили настоящий переворот в принципе государственного иммунитета, многократно вынося решения, обязывающие Японию выплатить компенсации жертвам сексуального рабства. В январе 2021 года Сеульский центральный районный суд впервые удовлетворил иск 12 бывших «женщин для утешения», обязав Японию выплатить каждой по 100 млн вон, однако в апреле того же года другой состав суда отклонил аналогичный иск 20 жертв, сославшись на суверенный иммунитет Японии. В ноябре 2023 года Сеульский верховный суд отменил это решение и постановил выплатить 200 млн вон каждой из 16 истец; Токио, заявив, что решение «крайне прискорбно и абсолютно неприемлемо», отказался от апелляции, но выплаты не произвел [3]. В апреле 2025 года Окружной суд Чхонджу вновь признал правительство Японии ответственным, обязав его выплатить по 200 млн вон наследнице погибшей жертвы.

Проблема репараций корейским «женщинам для утешения» напрямую связана с фундаментальными противоречиями, которые государства-члены ООН демонстрируют при обсуждении сексуального насилия в условиях вооружённого конфликта. Отсутствие единого определения этого явления (от «орудия войны» до «военного преступления» или следствия гендерного неравенства) приводит к расхождению в выборе инструментов противодействия. В случае с «женщинами для утешения» японская сторона настаивает на трактовке, сводящей проблему к «общеуголовным преступлениям» и ссылается на двусторонние соглашения (1965 и 2015 годов), тогда как южнокорейские суды и правозащитники квалифицируют действия Императорской армии как военные преступления и преступления против человечности, что требует прямых репараций и официального признания ответственности [4].

Ключевым остается вопрос о том, на каком уровне должны реализовываться меры противодействия - национальном или глобальном. Большинство стран, включая Россию и Китай, настаивают на ведущей роли государства в искоренении сексуального насилия и укреплении собственного законодательства, тогда как другая группа (Германия, Канада, Ирландия, Бельгия и др.) выступает за усиление международных механизмов, включая санкционные списки и расширение полномочий Спецпредставителя ООН [4]. Применительно к «женщинам для утешения» это выливается в конфликт между принципом государственного иммунитета, на котором настаивает Япо-

ния, и индивидуальным правом на справедливое возмещение, которое южнокорейские суды всё чаще признают приоритетным (решения 2021, 2023 и 2025 годов). Следовательно, борьба корейских женщин за репарации обнажает глубинный кризис внутри ООН: пока государства не устранят эти концептуальные расхождения, любые дипломатические соглашения будут травмировать жертв, а не восстанавливать справедливость.

Опыт корейских «женщин для утешения» демонстрирует, что многолетняя изоляция проблемы сексуального насилия в международной повестке напрямую связана не только с правовыми пробелами, но и с культурным неприятием говорить о травме, а также с приоритетом государственных интересов над правами конкретных людей. Все предпринимавшиеся дипломатические шаги неизменно оказывались неэффективными именно из-за отсутствия голоса самих жертв в переговорном процессе. Поворот к национальным судебным инстанциям, хотя и дал символические и юридические победы, обнажил пределы национального правосудия в отношениях между суверенными государствами. Истинное урегулирование возможно лишь тогда, когда международное сообщество выработает единые стандарты квалификации сексуального насилия как военного преступления, а государства перестанут использовать принцип иммунитета для ухода от ответственности. Пока же история «женщин для утешения» остаётся не только незаживающей раной корейско-японских отношений, но и тревожным индикатором системного бессилия глобальных институтов перед лицом массовых сексуальных преступлений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антонян К.Г., Санжиева А.В. Проблема южнокорейских «женщин для утешения» как маркер межкультурных противоречий // Журнал интегративных исследований культуры. 2025. № 1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-yuzhnokoreyskih-zhenschin-dlya-utesheniya-kak-marker-mezhkulturnyh-protivorechiy>
2. Истомина А.Л. Содержание, анализ и роль южнокорейско-японского соглашения о «женщинах для утешения» 2015 года // Корееведение в России: направление и развитие. 2023. № 2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/soderzhanie-analiz-i-rol-yuzhnokoreysko-yaponskogo-soglasheniya-o-zhenschinah-dlya-utesheniya-2015-goda>
3. Апелляционный суд Южной Кореи поддержал претензию к Японии // Российская весна. – 2023. – 23 ноября. – URL: <https://rossaprimavera.ru/news/af6df287>
4. Мусинова И.А., Гракова Ю.В. Роль неправительственных организаций в решении проблемы «Станций утешения» на примере корейского совета по делам женщин, привлеченных Японией к сексуальному рабству в военное время // Modern oriental studies. 2020. № 1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-nepravitelstvennyh-organizatsiy-v-reshenii-problemy-stantsiy-utesheniya-na-primere-koreyskogo-soveta-po-delam-zhenschin>

БИОГРАФИЯ

Я, Даниелян Алина Гайковна, работаю в области общественных наук и специализируюсь на истории, археологии и корееведении. Являюсь студентом (Институт исторического и правового образования) в Волгоградском государственном социально-

педагогическом университете (г. Волгоград). Бакалавр (обучаюсь по направлению «Педагогическое образование с двумя профилями подготовки «История», «Право»») с 2022 года. Область моих научных интересов включает: история, археология (особенно археология Кореи и новые технологии - LIDAR, 3D-сканирование), корееведение.

THE PROBLEM OF REPARATIONS TO KOREAN «COMFORT WOMEN» IN THE CONTEXT OF CONTEMPORARY SEXUAL VIOLENCE CASES

A.G. Danielyan

*Volgograd State Social and Pedagogical University, Volgograd, Russia,
danielan.alina876@gmail.com*

This article analyzes the issue of reparations to Korean «comfort women». It demonstrates that diplomatic agreements ignored the interests of the victims, and only the transition of the case to the national courts of South Korea led to a breakthrough in the principle of state immunity. However, the lack of consensus within the UN on the definition of sexual violence in conflicts and the balance between sovereignty and international mechanisms hinders the final restoration of justice.

Sexual violence in military conflicts has long remained an «invisible» crime. The term «comfort women» conceals a system of mass sexual exploitation organized by the Imperial Japanese Army in the 1930s and 1940s. Women were recruited through deception and abduction. Up to 200,000 women passed through the «comfort stations», approximately 80% of them ethnic Koreans. The International Military Tribunal (Tokyo Trials, 1946–1948) almost completely ignored these crimes.

The first legal obstacle was the 1965 Treaty between Japan and the Republic of Korea, which declared all claims «completely and finally settled», thus nullifying the individual claims of the victims. The topic remained taboo until the 1980s; in 1991, Kim Hak-soon spoke publicly for the first time and filed a lawsuit against the Japanese government. In 1996, the Asian Women's Fund was established, but payments were classified as "humanitarian aid" rather than reparations.

The December 28, 2015, agreement between Japan and South Korea was again concluded without the participation of the victims. Tokyo expressed regret and allocated 1 billion yen to the Reconciliation Fund, but the payments were again in the nature of assistance rather than legal compensation. The victims demanded direct recognition of state responsibility and an official apology.

The failure of political mechanisms led to the struggle shifting to national courts. In January 2021, the Seoul Central District Court ordered Japan to pay compensation for the first time, but a different panel rejected the claim, citing sovereign immunity. In November 2023, the Seoul Supreme Court overturned this decision and ordered 200 million won to

each of the 16 plaintiffs; Tokyo dropped its appeal but made no payments. In April 2025, the Cheongju District Court again found Japan liable.

The issue of reparations is linked to disagreements within the UN: there is no uniform definition of sexual violence in conflict. Japan insists on defining the crime as «ordinary crimes» and cites bilateral agreements, while South Korean courts classify the actions of the Imperial Army as war crimes and crimes against humanity. Most countries insist on the leading role of the state in countering it, while others advocate for stronger international mechanisms. The «comfort women» struggle exposes the crisis of the UN: until states resolve conceptual differences, diplomatic agreements will continue to traumatize victims.

The experience of Korean women demonstrates that the long-standing isolation of the issue is due to a cultural aversion to discussing trauma and the prioritization of state interests over human rights. The shift to national courts has yielded symbolic victories, but has exposed the limits of national justice. A true resolution is only possible with the development of uniform standards for classifying sexual violence as a war crime and states refraining from using immunity to evade responsibility.

REFERENCE

1. Antonyan K.G., Sanzhieva A.V. The Problem of South Korean "Comfort Women" as a Marker of Intercultural Contradictions // Journal of Integrative Cultural Studies. 2025. No. 1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-yuzhnokoreyskih-zhenschin-dlya-utesheniya-kak-marker-mezhkulturnyh-protivorechiy>
2. Istomina A.L. Content, Analysis, and Role of the 2015 South Korean-Japanese Agreement on "Comfort Women" // Korean Studies in Russia: Direction and Development. 2023. No. 2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/soderzhanie-analiz-i-rol-yuzhnokoreysko-yaponskogo-soglasheniya-o-zhenschinah-dlya-utesheniya-2015-goda>
3. South Korean Appeals Court Upholds Claim against Japan // Rossiyskaya Vesna. – 2023. – November 23. – URL: <https://rossaprimavera.ru/news/af6df287>
4. Musinova I.A., Grakova Yu.V. "The Role of Non-Governmental Organizations in Resolving the Problem of "Comfort Stations": The Case of the Korean Council for Women Forced into Wartime Sexual Slavery by Japan" // Modern Oriental Studies. 2020. No. 1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-nepravitelstvennyh-organizatsiy-v-reshenii-problemy-stantsiy-utesheniya-na-primere-koreyskogo-soveta-po-dela-zhenshin>

BIOGRAPHY

I, Alina Gaykovna Danielyan, work in the social sciences and specialize in history, archeology, and Korean studies. I am a student (Institute of Historical and Legal Education) at the Volgograd State Social and Pedagogical University (Volgograd). I have a bachelor's degree (studying in "Pedagogical Education with two training programs: History and Law") since 2022. My research interests include history, archeology (especially Korean archeology and new technologies – LIDAR, 3D scanning), and Korean studies.

ВЛИЯНИЕ СОЦИАЛЬНО-КУЛЬТУРНЫХ ФЛУКТУАЦИЙ НА ИЗМЕНЕНИЕ ДЕМОГРАФИИ И ЭТНИЧЕСКОГО САМОСОЗНАНИЯ КОРЕЙЦЕВ КАЗАХСТАНА И РОССИИ

Ким Ен Сун

*к.э.н, независимый исследователь, Южно-Сахалинск,
kim.sofja2011@yandex.ru*

Проведено исследование результатов влияния социокультурных флуктуаций на социальный и этнический интегрatism, определившие в дальнейшем отношение этнических корейцев России и Казахстана к перспективам саморазвития через демографию и отношению к родному языку.

Введение. Корейцы Казахстана и России, ранее жившие в едином политическом и экономическом пространстве, именуемым Советским Союзом и впитавшие в себя установки межнациональных коммуникаций с одной стороны интернационализма, а с другой – национальной иерархии, сегодня уже формируют свои установки позиционирования и развития, отличные друг от друга и проявляющиеся в культуре, видении будущего, социальной активности. Корейские общины двух стран прошли через почти одинаковые периоды кризисов, но в отличающихся, особенно в последнее время, условиях национальных политик. Имея мощный центр притяжения в виде исторической родины Республики Корея, уже сегодня они смогли выстроить свою систему идентичности, в орбиту которой вбираются множество исторических и культурных моментов. Данное исследование направлено на получение ответа на вопрос: «У кого из них есть больше перспектив создать свою цивилизационную компоненту?»

Теоретические основы исследования. Исследования основаны на утверждении С. Хаттингтона, Ф. Фукуямы о влиянии масштабных политических, социальных сдвигов на рост интереса отдельных этносов к своей идентичности, механизмам передачи традиций и выстраивание социальных связей. Их трактования становятся более понятны, если обратиться к закону социального пространства П. Сорокина. Он утверждал, что эффекты социального бедствия не идентичны, более того, часто противоположны для различных индивидов и групп общества [1]². Причины противоположного эффекта обосновал через качество интегрatism В.А. Энгельгардт [2]³. Исследования этногенезиса, становления и падения цивилизаций А. Тойнби определяют перспективы цивилизованного будущего этноса по интенсивности и векторности

² Mangone E. Pitirim Sorokin's Ground-breaking Research in Peaceful Life Order and Revival of Humanity // Chelovek. Kul'tura. Obrazovanie = Human. Culture. Education. 2022; 2:10–31 (In Russ.). <https://doi.org/10.34130/2233-1277-2022-2-10>.

³ Энгельгардт В.А. Интегрatism – путь от простого к сложному в познании явлений жизни // Вопросы философии. – 1970. – № 11. – С. 115.

интегратизма [3]⁴. Н. Лапин расширяет трактование А. Тойнби знаниями внешних факторов воздействия в виде социокультурных кризисов на демографическое поведение и ресурсы саморазвития этноса через характер интегратизма и индивидуализма в период кризисов, разделяя их на патологические и естественные [4]⁵.

Материалы и методы исследования. Источниками информации являются публикации исследователей по формированию этнической идентичности, статистические данные переписи и активности общественных институтов, результаты опросов, которые проводились в Российской Федерации и Республики Казахстан среди этнических корейцев. Методы исследования включают выборку ключевых факторов социально-культурной флуктуации, выделение ключевых параметров состояния этнической самоидентификации, анализ динамики демографических процессов этноса в России и Казахстане на фоне суверенизации политических и общественных институтов стран. Поэтому исследования охватывают период 1991–2025 гг.

Результаты исследования и их обсуждение. По мнению большинства исследователей экономико-социологических деформаций в исследуемый период можно разделить на следующие интервалы пиковых флуктуаций. (табл. 1).

Таблица 1

Характеристики периодов социокультурных флуктуаций

№ п/п	Периоды	Характеристики	
		РФ	Республика Казахстан
1	1991–1999 гг.	Распад СССР. Возникновение суверенных постсоветских республик. Становление политических и социальных институтов. Признание ошибок национальных политик. Открытие границ. Демократизация. Приоритизация института частной собственности. Создание ОДКБ.	
2	2000–2008 гг.	Присоединение суверенных республик к международным конвенциям по защите гражданских и политических прав. Создание Таможенного союза. Открытие границ. Активность общественных движений и организаций. Усиление социального и этнического интегратизма. Экономический кризис 2007–2008 гг.	
3	2013–2020 гг.	Аннексия Крыма. Санкции. Последствия экономического кризиса 2007–2008 гг. Оформление ЕАЭС. Усиление политики евразийской интеграции.	Продолжение политики экономической интеграции в рамках ЕАЭС и ШОС. Банковская реформа. Участие к проекту китайской инициативы «Один пояс-один-путь». Поддержка проектов зеленой энергетики, многовекторной кооперации

⁴ Тойнби А. Исследование истории. Возникновение, рост и распад цивилизаций / А. Тойнби; пер. с англ. К.Я. Кожурина. – М.: АСТ; АСТ МОСКВА, 2009. – 670 с.

⁵ Лапин Н.И. Кризисный социум в контексте социокультурных трансформаций // Мир России. – 2000. – № 3. – 45 с.

Окончание табл. 1

№ п/п	Периоды	Характеристики	
		РФ	Республика Казахстан
			с постсоветскими республиками и крупными иностранными компаниями. Политика нивелирования межнациональных конфликтов и социального неравенства.
4	2020–2025 гг.	Пандемия. Политические реформы. СВО. Расширение зоны влияния санкций. Рост международной изоляции	Пандемия. Повышение роли Казахстана как транспортного хаба, международного продавца нефти, урана. Продолжение политики международного экономического сотрудничества, нивелирования межнациональных конфликтов и поддержки зеленого перехода.

По результатам интервьюирования [5] и анализу публикаций казахстанских коллег [6], а также данных анкетирования автора и общественных организаций через показатели индекса индивидуализма, адаптивности, маскулинности и видения перспектив были определены динамики социальной и этнической интеграции по периодам социально-культурных флуктуаций. (табл. 2).

Таблица 2

Состояние социального и этнического интеграции корейцев России и Казахстана по периодам социокультурных флуктуаций

№ п/п	Периоды	Характеристики	
		РФ	Республика Казахстан
1	1991–1999 гг.	Рост социального и этнического интеграции	
2	2000–2008 гг.	Замедление роста социального интеграции и сохранение активности этнического интеграции	
3	2013–2025 гг.	Снижение социального и этнического интеграции	Стабилизация социального интеграции и этнического интеграции

Демографическая и культурная рефлексии, сопровождающие изменения социального и этнического интеграции, являются объективными характеристиками изменений, которые происходят в корейских общинах России и Казахстана (рис. 1, рис. 2).

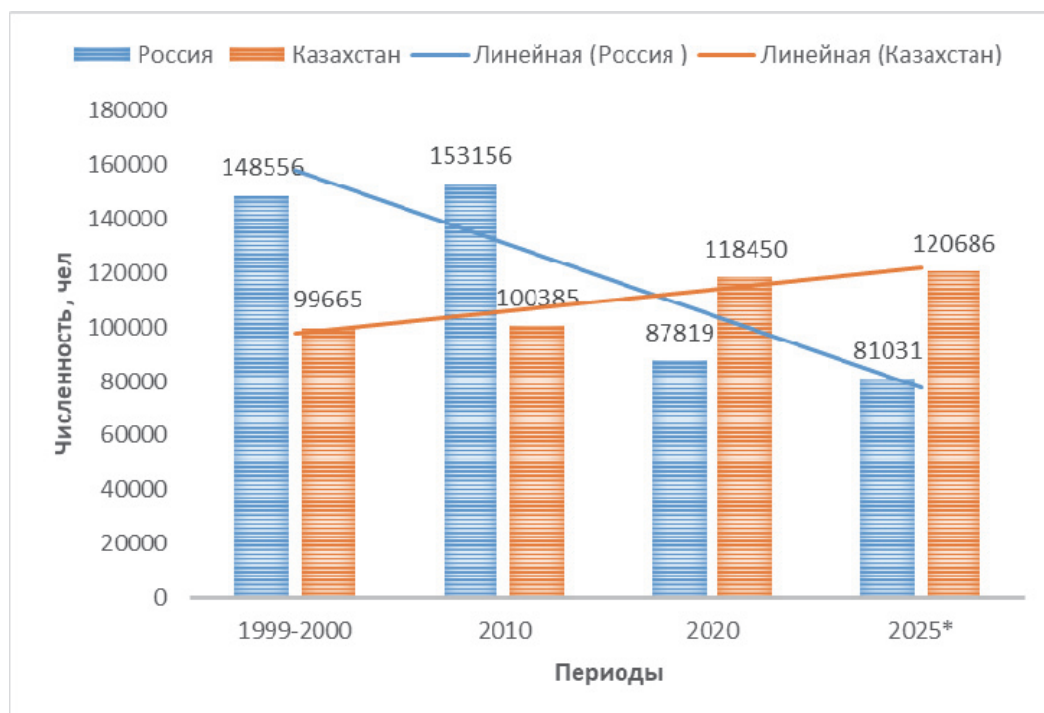


Рис. 1. Численность корейцев России и Казахстана по данным переписей за 1999–2020 гг. и расчетных показателей по данным статистики международных миграций. [7, 8, 9, 10]



Рис. 2. Удельный вес опрошенных по данным переписей, признающих корейский язык родным в России и Казахстане. [7, 9, 10]

Выводы:

1. Социокультурные флуктуации являются проявлениями политических и экономических кризисов и влияют на динамику и состояние этнической идентичности, что подтверждает выводы С. Хаттингтона и Ф. Фукуямы.

2. Изменения активности социального и этнического интегратизмов российских и казахстанских корейцев, как результат эволюции саморазвития этноса, который наиболее ярко проявляется при развороте векторов политического и экономического развития стран.

3. Корреляция демографической и культурной рефлексии с изменениями социального и этнического интегратизмов доказывает правоту выкладок Н.Лапина и вносит определенные коррективы в возможность эволюции идентичности российских корейцев в сегмент российской цивилизации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mangone E. Pitirim Sorokin's Ground-breaking Research in Peaceful Life Order and Revival of Humanity // Chelovek. Kul'tura. Obrazovanie = Human. Culture. Education. 2022; 2:10–31 (In Russ.). <https://doi.org/10.34130/2233-1277-2022-2-10>.
2. Энгельгардт В.А. Интегрatism – путь от простого к сложному в познании явлений жизни // Вопросы философии. – 1970. – № 11. – С. 115.
3. Тойнби А. Исследование истории. Возникновение, рост и распад цивилизаций / А. Тойнби; пер. с англ. К.Я. Кожурина. М.: АСТ; АСТ МОСКВА, 2009. 670 с.
4. Лапин Н.И. Кризисный социум в контексте социокультурных трансформаций // Мир России. – 2000. – № 3. – 45 с.
5. Yefrem Yefremov. Identities of The Korean Diaspora in Kazakhstan/ Yefrem Yefremov, German Kim, Natalya Yem// Diaspora Studies 19 (2026) 77–104.
6. Ефремов Е.А. Этнокультурная идентичность корейцев Казахстана // Корееведение в России: направление и развитие. 2022. Т. 3. № 1. С. 32–38.
7. <https://perepis2002.ru/>
8. https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Миграция_из_России_и_в_Россию
9. https://rosstat.gov.ru/free_doc/new_site/perepis2010/croc/perepis_itogi1612.htm
10. <https://rosstat.gov.ru/vpn/2020>

ГОСПИТАЛЬ ПОЛЬСКОГО КРАСНОГО КРЕСТА В КОРЕЕ**И.К. Ким**

*Волгоградский государственный социально-педагогический университет, Волгоград,
Россия, kokes@mail.ru*

Статья с опорой на неопубликованные документы Государственного Архива МИД Польской Республики представляет процесс создания и начала функционирования в 1953 году госпиталя Польского Красного Креста, предназначенного для оказания

медицинской помощи военным и гражданскому населению, которые пострадали в Корейской войне.

Корейская война 1950–1953 годов – один из крупнейших вооружённых конфликтов второй половины XX века. В первый манёвренный год войны военные действия дважды прокатились по территории всей Кореи, принеся огромные людские потери как среди военных, так и гражданского населения, доведя экономику до состояния разрухи [см. подробнее 1, 2]. Среди направлений помощи Кореи со стороны социалистических стран стало создание госпиталей, которые обслуживали как военных, так и гражданское население. Одним из них стал госпиталь Польского Красного Креста (ПКК). Проследить историю его создания и начало функционирования летом 1953 года позволяют документы польских дипломатов (отчёты, записки, депеши), которые хранятся в Государственном Архиве МИД Польской Республики [3]. Они имеют гриф «совершенно секретно», «секретно» или «для служебного пользования».

С начала Корейской войны Польша в рамках гуманитарной помощи оказывала разнообразную помощь в том числе лекарствами, о чём сообщалось в документах польских дипломатов. В них с 1952 года появляются сведения о госпиталях, которые организовывали в Корею дружественные страны. Посол ПНР в Пекине С. Кирылюк летом 1952 года после своей поездки в Корею сообщал в МИД о госпиталях, созданных странами Восточной Европы и обеспечиваемых ими персоналом, лекарствами и оборудованием. В 1951 году начали работу госпитали от Румынии (25 медиков, для 3 тыс. больных) и Венгрии (на 1 тыс. коек), в 1952 году – от Болгарии (46 медиков, на 3 тыс. коек) и Чехословакии (56 медиков, а также 10 грузовиков, мотоциклы, велосипеды). Послом высказывалось осторожное замечание: «На основании такой эффективной помощи стран народной демократии довольно скромно представляется помощь, предоставляемая Польшей. Большинство наших транспортов – это лекарственные средства, спецификации и санитарные средства». «В сознании лечащихся людей остаётся факт, что их жизнь спасает врач болгарский, венгерский или румынский, если даже лечатся лекарствами польскими, то это не доходит до их сознания. ... в Корею я слышал от населения и видел своими глазами популярность помощи стран народной демократии, к сожалению, о нашей помощи знает только руководство» [3, оп. 23, д. 428, л. 34-35], – заключал посол.

Такая информация активизировала деятельность польских властей по созданию собственного госпиталя в Корею. В рамках подготовительных мероприятий в этом направлении поверенный в делах посольства ПНР в Пхеньяне Э. Гура выяснил у советского посла Разуваева подробности содержания госпиталя. Он узнал, что это дело «очень дорогостояще. ... Кроме обустройства, которое должно постоянно пополняться, содержания врачебных бригад, замены уничтоженных материалов во время налётов и т. д. одни только лекарства для госпиталя на одну тысячу мест стоят ежегодно 4 млн рублей золотом» [3, оп. 23, д. 428, л. 26].

В первой половине 1953 года проводилась организационная работа по созданию в Корею госпиталя ПКК. В документах польской дипломатии его развёртыванию

и началу функционирования к середине лета этого года уделялось основное внимание при описании помощи Польши для КНДР.

О первых организационных действиях по созданию госпиталя сообщалось в депеше Э. Гуры в МИД ПНР в марте 1953 года. Дипломат считал необходимым срочно прибыть на место руководству будущего госпиталя, которое должно было состоять «из главного врача, политического работника, руководителя администрации и двух помощников», для подготовки помещений и приёма госпиталя. Приёмка была нужна поскольку за исключением китайских и советского ни один из госпиталей дружеских стран не представляет собой самостоятельной единицы, все работают на базе корейских. «Большой тыловой госпиталь в корейских условиях можно с трудом лишь частично замаскировать, демаскировка наступает обычно авиаразведкой и диверсантами, определяющих точные координаты» [3, оп. 35, д. 431, л. 8], – добавлялось о трудностях создания госпиталя.

Поверенный в делах ПНР в Пхеньяне Э. Цереквицки сообщал апреле 1953 года: «В данный момент пересылка госпиталя Польского Красного Креста в Корею вступила в стадию реализации. Корейская сторона согласилась на поставленные нашим правительством условия и приняла в целом предложенное соглашение... 24 апреля т[екущего] г[ода] прибыло в Корею руководство нашей медицинской группы...» Корейская сторона не согласилась на немедленный её выезд на место, где должен быть госпиталь, предлагая поехать туда лишь в начале мая, поскольку, там работает корейский госпиталь, который «в любой момент можно принять» [3, оп. 23, д. 445, л. 30].

С июня 1953 года в отчётах посольства ПНР в Пхеньяне информация о госпитале ПКК выделялась в отдельный раздел, подробно, буквально по дням освещая процесс его развёртывания и начало функционирования. В отчёте за июнь сообщалось: «3 мая 1953 г. направилась к месту, предназначенному для нашего госпиталя, первая медицинская команда». На месте выяснилось, что «подготовка к приёму далеко продвинулась... корейские товарищи сделали всё, чтобы обеспечить группе возможные достойные условия труда и размещения». Транспорт с оборудованием для госпиталя, был принят на корейско-китайской границе и по железной дороге, затем автотранспортом перевезён до места назначения: «Весь транспорт добрался до Хыйчхона без повреждений. Выгрузка и перевозка автотранспортом проходила ночью». Первая группа персонала госпиталя ПКК пересекла китайско-корейскую границу 13 мая, вторая 18 мая. «Как первая, так и вторая группа успешно доехали до места, – указывалось в отчёте – ...вся медицинская группа самоотверженно работала над размещением оборудования и обустройством госпиталя». Основной проблемой в создании госпиталя назывался устаревший по большей части автопарк, который не позволял персоналу перемещаться между отделениями госпиталя и местом проживания, затруднял контакты госпиталя с посольством (расстояние между ними было около 200 км). Имелись недостатки в комплектации присланного оборудования и отсутствие запчастей для транспорта, а также имела место задержка в корреспонденции между персоналом госпиталя и Польшей. Наконец, сохранялась неясность в финансировании госпиталя, которому уже выплачено 230 тыс. злотых из суммы, получаемой посольством на

собственные нужды. Поэтому посольство просило разъяснений относительно порядка финансирования госпиталя [3, оп. 23, д. 445, л. 85-87].

В отчёте посольства за июль 1953 года констатировалось: «В отчётный период госпиталь ПКС в Корее начал в принципе нормальную работу и следует утверждать, что в этой работе уже имеет некоторые достижения». При этом обнаружились и трудности в его функционировании. Первой проблемой называлось «отсутствие лекарств, которыми он не был достаточно обеспечен при выезде из страны. ... с самого начала наша медицинская группа должна обслуживать привезённым количеством лекарств полный состав больных, который достигал более тысячи человек». Кроме того, «часть лекарств подверглась уничтожению вследствие влажности и последнего наводнения», также была «снесена водой техническая палатка и подверглась уничтожению часть госпитального оборудования». По-прежнему проблемой было отсутствие автотранспорта, особенно внедорожников, и недостаток бензина. Затрудняло работу отдалённое расположение одного отделения, персонал которого работал «с большой отдачей и самоотверженностью». В частности, во время наводнения персонал этого отделения «был отрезан от центра и работал всё время в очень тяжёлых условиях, без достаточного количества продовольствия». Отдельно указывалось на «некоторые трудности в ведении нормальной политической работы, причиной чего является отсутствие прессы и изданий из страны, которыми следовало бы госпиталь как можно скорее обеспечить». Кроме того, госпиталем была взята под опеку одна из начальных школ, в регионе, в связи с чем была высказана просьба «в транспорте для госпиталя прислать некоторое количество продуктов и одежды, которые можно было бы передать детям подопечной школы» [3, оп. 23, д. 445, л. 111-112].

Посол ПНР в Пекине С. Кирылюк со своей стороны информировал МИД ПНР о результатах работы по созданию госпиталя. В депеше от 24 июня 1953 года посол рапортовал: «Госпиталь организован. Все работают, здоровы. Работа врачебная с конца мая. 110 больных, большинство хирургических. 3 отделения хирургические, 1 терапевтическое. Работа на три операционных стола. 150 операций в месяц, 4 перевязочных зала». Сложностями в работе госпиталя были транспорт, пришедшие в негодность часть ящиков с лекарствами и часть медицинского оборудования, стерилизация, протекание крыш во всех землянках. Польское посольство в Пекине для исправления положения закупило в Китае лекарства, большой полевой автоклав, кровельный войлок, также просило прислать самолётом необходимое медицинское оборудование и лекарства. Запрашивалось разрешение на выделение средств посольства в Пекине на ремонт автомобилей, культурно-просветительские и другие цели. К последним были отнесены премии для корейских работников госпиталя, опека над местной школой для чего высказывалась просьба признать в бюджете посольства «200 миллионов юаней как представительский фонд» [3, оп. 35, д. 431, л. 54].

Посол ПНР в Пекине С. Кирылюк в период заключения перемирия в войне, очередной раз посетивший Корею летом 1953 года сообщал: «Многочисленная команда коллектива работников службы здравоохранения, значительная в количественном профессиональном смысле создала очень положительное впечатление» у корейских

властей. Хирургически-терапевтический профиль госпиталя ПМК важен, поскольку «рост внутренних болезней, особенно воспаления лёгких, которое по данным министерства здравоохранения охватило около 30% населения, требует серьёзной помощи специалистов по внутренним болезням». «Положение госпиталя, находящегося в горной котловине, очень хорошее с точки зрения безопасности и условий труда», но недостатком является то, что «расстояние, отделяющее руководство и хирургические отделения от терапевтических отделений и приёмного покоя составляет три и десять километров» [3, оп. 23, д. 445, л. 52-53].

Создание Польшей своего госпиталя на территории Кореи, оказание польскими медиками помощи, снабжение госпиталя необходимыми специалистами, лекарствами, оборудованием внесло вклад в преодоление последствий Корейской войны для населения Кореи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ким И.К. Гражданское население Северной Кореи в первый год Корейской войны (по документам польской дипломатии). Россия и Корея: взаимный интерес: материалы международной научной конференции (Краснодар, 21-23 октября 2016 г.). Краснодар: Кубанский университет, 2016: 89-95.
2. Ким И.К. Экономика Северной Кореи в начальный период Корейской войны (по документам польской дипломатии). XVII Международная конференция по науке и технологии Россия-Корея-СНГ. Южно-Сахалинск, 15-17 июня 2017: материалы конференции. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017: 131-135.
3. Государственный архив Министерства иностранных дел Польской Республики. Фонд 11.

БИОГРАФИЯ

Я, Ким Игорь Константинович, работаю в области высшего образования и специализируюсь на преподавании истории. Работаю доцентом кафедры всеобщей истории Волгоградского государственного социально-педагогического университета. Кандидат исторических наук с 1988 года. Область моих научных интересов включает историю Кореи, историю корё-сарам постсоветского пространства, новейшую историю Польши.

POLISH RED CROSS HOSPITAL IN KOREA

I.K. Kim

*Volgograd State Social and Pedagogical University, Volgograd, Russia,
kokes@mail.ru*

The Korean War of 1950-1953 was one of the largest armed conflicts of the second half of the 20th century. During the war's first year of maneuver, military action swept across Korea twice, causing enormous casualties among both military and civilian populations and

bringing the economy to ruin. Among the areas of aid provided to Korea by socialist countries was the establishment of hospitals that served both the military and civilian population. One of these was the Polish Red Cross (PRC) hospital designed to provide medical care to military personnel and civilians who suffered in the Korean War. The history of its creation and beginning of operations in the summer of 1953 can be traced through unpublished documents of Polish diplomats (reports, notes, dispatches), which are stored in the State Archives of the Ministry of Foreign Affairs of the Republic of Poland. They are classified as "top secret," "secret," or "for official use only."

Since the beginning of the Korean War, Poland has provided various types of humanitarian aid, including medicines, as reported in documents from Polish diplomats.

In 1951-1952, Polish diplomats reported that hospitals had been established by countries friendly to the DPRK—Romania, Hungary, Bulgaria, and Czechoslovakia. This contributed to the Polish authorities' decision to establish their own hospital and provide it with medical personnel, medicine, and equipment. Preparatory work included determining the cost of establishing the hospital, and negotiating its terms with the Korean authorities. In the first half of 1953, the hospital's management, followed by medical teams, arrived in Korea, along with medicine and equipment. In mid-1953, the hospital, comprising medical and surgical departments, began operations. The opening of the hospital was met with gratitude and approval from the Korean authorities and the population.

The establishment of Poland's own hospital in Korea, the provision of Polish medical personnel, and the provision of necessary specialists, medicine, and equipment contributed to overcoming the consequences of the Korean War for the Korean population.

ИСТОРИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СРЕДИ РОССИЙСКИХ КОРЕЙЦЕВ (ПО МАТЕРИАЛАМ ПЕРЕПИСЕЙ НАСЕЛЕНИЯ И СОЦИОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ)

И.А. Ким

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

Социологические исследования и анализ данных переписей населения РФ относительно некоторых аспектов социально-экономических и миграционных процессов среди российских корейцев показывают высокую адаптивность последних к историческим изменениям как в стабильной, так и кризисной среде.

Введение. Целью исследования является анализ на основе данных переписей населения РФ 1979–2020 гг. и социологических исследований 2000–2014 гг. исторической динамики структуры источников средств к существованию, уровня дохода и изменений численности корейского населения, проживающего в России. Основным методом исследования – статистический и социологический анализ.

Динамика численности корейского населения РФ по федеральным округам (ФО). В качестве территориальной единицы для сравнительного анализа используется объединение регионов в федеральные округа РФ, для советского периода условное. В 1979 г. на территории РСФСР проживали 97649, в 1989 г. 107051 чел. корейской национальности. Численность корейского населения в РФ значительно выросла в постсоветский период. В 2002 г. произошел значительный прирост до 148556 чел. (прирост +38%). Максимум количества корейцев в РФ 153156 чел. зафиксирован переписью 2010 г.

Данные всероссийской переписи населения 2020 г. показали существенное уменьшение численности. В среднем доля убыли составила -44,5%, максимальный отток 0-50,7% из регионов Сибирского ФО, наименьший -37,7% из южных регионов (суммарно ЮФО и СКФО, расчеты без Крыма). К сожалению, с тех пор переписи населения РФ не проводились, и произошедшие события наверняка подкорректировали цифры в сторону уменьшения (табл. 1). Поэтому последующий анализ данных переписей населения по источникам средств к существованию не выявит четкой картины, тем более Росстат от переписи к переписи меняет учитываемые параметры.

Таблица 1

Динамика численности корейского населения РФ

Динамика численности корейского населения РФ по переписям населения, человек						
	1989 год	2002 год	Прирост по сравн. с 1989 г.	2010 год	2020 год	Убыль в 2020 г. по сравн. с 2010 г., %
Дальневосточный ФО	56321	61946	+9%	56973	29419	-48,4%
Сибирский ФО	7136	10797	+34%	11193	5520	-50,7%
Уральский ФО	2065	4071	+49,3%	3805	2112	-44,5%
Приволжский ФО	3261	9088	+64,1%	12215	7455	-39%
Южный ФО (с СКФО)	25662	39031	+32%	40191	25060	-37,7%
Центральный ФО	7586	16720	+54,6%	21779	12230	-43,8%
Северо-Западный ФО	5020	6903	+7,3%	7000	4052	-42,1%
Итого, человек	107051	148556	+38%	153156	87819	-44,5%
<i>Рассчит. по офиц. материалам Всероссийских переписей населения 2002, 2010, 2020 гг.</i>						

Социологический анализ социально-экономических аспектов. Проведенные нами в регионах Юга России социологические исследования среди коре сарам (2001, 2006, 2014 гг.) показали, что для иммигрантов первой волны (1990–2004 гг.) характерна большая трудовая и экономическая устойчивость, в сравнении с более поздними

ми иммигрантами, среди которых зафиксировано много безработных и временно (сезонно) занятых, а также заметное число пенсионеров. В 2006 г. оценили свой уровень благосостояния как «средний» 33%, «выше среднего» уровня 3% («несколько выше» 1,4%, «значительно выше» 1,2%); «значительно ниже» среднего уровня 28%, «несколько ниже» 27%. Однако в структуре трудовой занятости российских корейцев проявилось адаптивное стремление к гибким формам хозяйственно-экономической деятельности и оптимизация источников дохода. В 2014 г. самооценки уровня материального благосостояния заметно повысились: «средний» уровень дохода 52%, «несколько ниже» среднего 30%, «значительно ниже» среднего 13% опрошенных корейцев. Подросла до 5% оценка уровня дохода как «несколько выше» среднего.

Таким образом, развитие мелкого и среднего местного предпринимательства, сельскохозяйственная деятельность помогли снизить среди российских корейцев уровень бедности и выйти на более высокие социально-экономические позиции в условиях социально-экономической неустойчивости. Надо отметить высокую эмиграционную готовность корейцев: в 2006 г. о желании дальнейших перемещений заявили 17% опрошенных (из них 7% за границу), в 2014 г. 28% (из них 37% за границу). К сожалению, более поздних социологических замеров не проводилось.

Данные переписей населения РФ по источникам средств к существованию. Данные переписи 2002 г. относительно российских корейцев опубликованы в сжатом виде и относятся только к пяти регионам с наибольшим количеством проживающих: г. Москва, Ростовская область, Приморский край, Хабаровская область, Сахалинская область. Суммируя цифры из данных регионов, можем получить относительные характеристики для всей российской корейской этнической общности (с 15 лет и старше). Большинство участников переписи (81%) имели один источник средств к существованию, два и больше 19%. Среди горожан один источник дохода имели 70,6%, два и больше 29,4% среди жителей села один источник 50,5%, два и больше 49,5%. На доходы от трудовой деятельности (заработная плата) указали 51,2%, на доходы от производства товаров для себя и некий бизнес, в том числе, от (продажи?) продуктов с личного подсобного хозяйства 8,6%. Стипендию получали 2,5%, различные пособия от государства (включая пенсию по возрасту, инвалидности), имели 32,7%. На иждивении состояли 43,1%, и эта довольно большая цифра, вероятно, связана не только с высоким уровнем детности, но и с тем, что не все иммигрировавшие в предыдущие годы корейцы смогли стать на пенсионный учет. Сбережения имели всего 0,6%, иные источники средств 3,6% (табл. 2).

По данным переписи 2010 г. общее соотношение количества видов источников средств к существованию не изменилось: имели один источник 81%, два и больше 19%. Однако началось паритетное сближение: один источник имели 82% корейцев в городах и 74% в сельской местности. Основными источниками средств существования являются трудовая деятельность с заработной платой (59,6%), пенсии и пособия (30,1%), личное подсобное хозяйство и доход от него (8,7%), стипендии (1,8%), сбережения (1,2%), иждивение и помощь других лиц (18,1%), иные источники (1%) (табл. 2).

Перепись населения 2010 г. показала, что доля заработной платы от трудовой деятельности как источника средств снизилась до 46,4%, зато повысилась доля прибыли от производства для собственных нужд, включая личные подсобные хозяйства и обрабатываемые земельные участки, до 10,1%. Также выросла доля пенсионного обеспечения, включая всяческие пособия, до 39,3%. Доля иждивения и помощи от других лиц снизилась до 12,3%. Количество видов источников средств сократилось: один источник имело абсолютное большинство 90%, два и больше 10% (табл. 2). Таким образом, вместе с уменьшением численности корейского населения проявились изменения в структуре средств к существованию и снижение количества источников средств к существованию. Увеличение доли пенсионных выплат и уменьшение количества источников могут быть связаны с эмиграционным оттоком трудоспособной части корейского населения.

Таблица 2

Источники средств к существованию по данным переписей населения РФ 2002 г., 2010 г., 2020 г.

Источники средств к существованию по данным переписей населения РФ									
В %	Зарплата, трудовая деятельность	Личное подсобное хозяйство, бизнес	Стипендия	Пенсии и пособия	Сбережения	Иждивение	Иные	Один	Два и больше
2002 г.	51,2	8,6	2,5	32,7	0,6	43,1	3,6	81	19
2010 г.	59,6	8,7	1,8	30,1	1,2	18,1	1	81	19
2020 г.	46,4	10,1	1,8	39,3	1,1	12,3	0,5	90	10
<i>Рассчит. по официальным материалам Всероссийских переписей населения 2002, 2010, 2020 гг.; для корейского населения 15 и старше лет</i>									

Вывод. В первые постсоветские годы количественно увеличившаяся корейская диаспора развивала и расширяла собственную хозяйственную и экономическую деятельность, образовав вполне устойчивую этносоциальную общность российских корейцев. Однако последующие мировые и внутрироссийские социальные и политические события изменили экономическую среду и укрепили эмиграционный потенциал.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. [Электронный ресурс] Режим доступа: www.perepis2002.ru/ (Дата обращения 01.06.2026).
2. [Электронный ресурс] Режим доступа: www.perepis2010.ru (Дата обращения 30.05.2026).
3. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/vpn/2020> (Дата обращения 25.05.2026).

4. Ким Г.Н., Ким И.А. Историко-демографический портрет корейцев СССР и СНГ (по материалам переписей населения). Монография. / Казахский национальный университет имени Аль-Фараби. Институт азиатских исследований. – Алматы: «Казак университеті», 2020. – 383 с. ISBN 978-601-04-5135-3.

БИОГРАФИЯ

Я, Ким Ильгиза Анваровна, работаю в области корееведения как этносоциолог и историк. Будучи на пенсии, работаю как независимый исследователь. Ведущий со-автор двух научных монографий о демографических и историко-социальных процессах среди российских корейцев, вышедших в Республике Казахстан и Республике Корея, автор многочисленных статей. Участник нескольких прошедших проектов Академии корееведения РК. Кандидат социологических наук.

HISTORICAL DYNAMICS OF SOCIOECONOMIC PROCESSES AMONG RUSSIAN KOREANS (BASED ON CENSUS DATA AND SOCIOLOGICAL DATA)

I.A. Kim

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

Sociological research and analysis of Russian census data on certain aspects of socioeconomic and migration processes among Russian Koreans demonstrate the latter's high adaptability to historical changes in both stable and crisis environments

Introduction. The aim of the study is to analyze the historical dynamics of the structure of livelihood sources, income levels, and changes in the size of the Korean population living in Russia, based on data from the 1979-2020 Russian censuses and sociological studies from 2000-2014. The primary research method is statistical and sociological analysis.

Dynamics of the Korean population of the Russian Federation by federal districts (FD). The territorial unit for comparative analysis is the unification of regions into federal districts of the Russian Federation, which is conditional for the Soviet period. In 1979, 97,649 people of Korean nationality lived in the RSFSR, and in 1989, 107,051. The size of the Korean population in the Russian Federation has grown significantly in the post-Soviet period. In 2002, there was a significant increase to 148,556 people (an increase of +38%). The maximum number of Koreans in the Russian Federation was 153,156 people. Recorded in the 2010 census.

Data from the 2020 All-Russian Population Census showed a significant population decline. On average, the rate of decline was -44.5%, with the highest outflow of 0-50.7% from the regions of the Siberian Federal District and the lowest -37.7% from the southern regions

(combined Southern and North Caucasian Federal Districts, excluding Crimea). Unfortunately, no censuses have been conducted in Russia since then, and recent events have likely adjusted the figures downward (Table 1). Therefore, subsequent analysis of census data by sources of livelihood will not reveal a clear picture, especially since Rosstat changes the parameters it takes into account from census to census.

Sociological analysis of socio-economic aspects. Sociological studies conducted by us in the regions of the South of Russia among the Koryo Saram (2001, 2006, 2014) showed that the first wave of immigrants (1990-2004) are characterized by greater labor and economic stability, in comparison with later immigrants, among whom there are many unemployed and temporarily (seasonally) employed, as well as a significant number of pensioners. In 2006, 33% rated their level of well-being as "average", 3% "above average" ("somewhat above" 1.4%, "significantly above" 1.2%); "significantly below" the average level 28%, "somewhat below" 27%. However, the structure of employment of Russian Koreans revealed an adaptive desire for flexible forms of economic activity and optimization of income sources. In 2014, self-assessments of material well-being increased significantly: 52% of Koreans surveyed reported an "average" income level, 30% reported "slightly below" average, and 13% reported "significantly below" average. The assessment of income as "slightly above" average also increased to 5%.

Thus, the development of small and medium-sized local businesses and agricultural activities helped reduce poverty among Russian Koreans and achieve higher socioeconomic status in a context of socioeconomic instability. It is worth noting the high willingness of Koreans to emigrate: in 2006, 17% of respondents expressed a desire to migrate further (including 7% abroad), while in 2014, the figure was 28% (including 37% abroad). Unfortunately, no more recent sociological surveys have been conducted.

Russian Census Data on Livelihood Sources. The 2002 census data on Russian Koreans are published in a condensed form and refer only to the five regions with the largest populations: Moscow, Rostov Oblast, Primorsky Krai, Khabarovsk Oblast, and Sakhalin Oblast. By summing up the figures from these regions, we can obtain relative characteristics for the entire Russian Korean ethnic community (aged 15 and older). The majority of census participants (81%) had one source of income, while 19% had two or more. Among city residents, 70.6% had one source of income, 29.4% had two or more, while rural residents had one source of income for 50.5% and two or more for 49.5%. Income from labor activity (wages) was reported by 51.2%, while income from producing goods for themselves and some kind of business, including from (selling?) products from personal subsidiary plots, was reported by 8.6%. 2.5% received stipends, while 32.7% received various government benefits (including old-age and disability pensions). 43.1% were dependents, a relatively high figure likely due not only to the high childbearing rate but also to the fact that not all Koreans who immigrated in previous years were able to register for pensions. Only 0.6% had savings, and 3.6% had other sources of income (Table 2).

According to the 2010 census, the overall ratio of sources of income remained unchanged: 81% had one source, while 19% had two or more. However, parity has begun to

converge: 82% of Koreans in urban areas and 74% in rural areas had one source. The main sources of income are wages and salaries (59.6%), pensions and benefits (30.1%), private farming and income from it (8.7%), scholarships (1.8%), savings (1.2%), dependency and assistance from others (18.1%), and other sources (1%) (Table 2).

The 2010 census showed that the share of wages from labor as a source of income decreased to 46.4%, while the share of profits from production for personal needs, including private farming and cultivated land, increased to 10.1%. The share of pension provision, including various benefits, also increased to 39.3%. The share of dependency and assistance from others decreased to 12.3%. The number of types of sources of income decreased: one source accounted for an absolute majority of 90%, while two or more sources accounted for 10% (Table 2). Thus, along with the decline in the Korean population, there have been changes in the structure of livelihoods and a decline in the number of sources of income. The increase in the share of pension payments and the decline in the number of sources may be related to the emigration of the working-age Korean population.

Conclusion. In the early post-Soviet years, the growing Korean diaspora developed and expanded its own economic and business activities, forming a fairly stable ethnosocial community of Russian Koreans. However, subsequent global and domestic social and political events changed the economic environment and strengthened the potential for emigration.

REFERENCE

1. [Electronic resource] Access mode: www.perepis2002.ru/ (Accessed date: June 1, 2026).
2. [Electronic resource] Access mode: www.perepis2010.ru (Accessed date: May 30, 2026).
3. [Electronic resource] Access mode: <https://rosstat.gov.ru/vpn/2020> (Accessed date: May 25, 2026).
4. Kim G.N. and I.A. Kim. Historical and demographic portrait of Koreans in the USSR and the CIS (based on population census data). Monograph. / Al-Farabi Kazakh National University. Institute of Asian Studies. – Almaty: "Kazak University", 2020. – 383 p. ISBN 978-601-04-5135-3.

BIOGRAPHY

I, Kim Ilgiza Anvarovna, work in the field of Korean studies as an ethno-sociologist and historian. Now retired, I work as an independent researcher. I am the lead co-author of two academic monographs on demographic and historical-social processes among Russian Koreans, published in the Republic of Kazakhstan and the Republic of Korea, and the author of numerous articles. I have participated in several past projects of the Academy of Korean Studies of the Republic of Kazakhstan. I hold a PhD in Sociology.

ТРАДИЦИОННЫЕ СВАДЕБНЫЕ ПОВЕРЬЯ В КОРЕЕ: СИМВОЛИЗМ И КУЛЬТУРНЫЕ СМЫСЛЫ

М.Й. Ким

*Пермский государственный национальный исследовательский университет
Пермь, Россия, uralmun@naver.com*

В статье рассматриваются лингвокультурные особенности корейских свадебных поверий, глубоко пронизанных стремлением обеспечить молодоженам гармонию, долголетие и благополучие, а также их реализацию, воплощенную в строгом следовании ритуалам, предсказаниям и запретам

В корейской традиции считалось 4 важных обряда в жизни человека, посвященных совершеннолетию, свадьбе, похоронам и ежегодным поминкам предков. Из них свадьба является фундаментальным и наиболее значимым так как с момента заключения брака формируется не только новая община между мужчиной и женщиной, но и социальное и моральное объединение между двумя семьями. Поэтому хотя человек не проходил обряд совершеннолетия, но через брак он смог приобрести статус полноценного социального взрослого человека и члена общества. В важные поворотные моменты жизни через брак существует множество переменных, неподвластных человеческому контролю. Следовательно, возникли различные поверья: суеверия [1], призванные облегчить тревогу и помолиться о благополучии; приметы [1], сформированные через многолетнее народное наблюдение о свадьбе; табу [1], строгий запрет во время свадьбы для защиты новой семьи от бед, сглаза и несчастий.

Целью данной работы основывается на выявлении способов и средств репрезентации свадебных поверий в корейской традиции. Материалом послужили паремиологические единицы (пословицы, поговорки), фразеологизмы, прецедентные тексты, лексические единицы, связанные со свадебными обрядами, а также данные толковых, этимологических и лингвокультурологических словарей корейского языка. Применены методы: компонентный анализ, описательный метод и лингвокультурологический анализ свадебных поверий.

В традиционном корейском обществе для определения бракосочетания было необходимо проверить *궁합* брачную совместимость. Однако обходилось без нее в одном случае: *4살 차이는 궁합도 안 본다* Разница в возрасте в 4 года даже не рассматривается с точки зрения совместимости. Это народное поверье, что, согласно китайскому зодиаку, разница в возрасте в 4 года соответствует «Самхану» (Три Комбинации), то есть наилучшим образом сочетаются личности и темпераменты.

Брачная совместимость проверялась на основе дня и времени рождения жениха и невесты. Документ, фиксирующий дату и время рождения жениха, отправленный в дом невесты называется *사주단자* Саджуданджа. Это первый официальный доку-

мент, разрешающий брак, отправляемый семьей жениха семье невесты. Получив *사주단자* *Саджуданджу*, семья невесты считала ее священной и хранила ее глубоко в главной комнате или в шкафу. Считалось, что, если этот документ будет поврежден или съеден крысами, брак распадется или жениха постигнет большое несчастье.

До свадьбы был строгий запрет: *결혼을 앞두고 타인의 경조사에 가지 마라* *Не посещайте чужие торжества или траурные мероприятия до свадьбы*. Это возникло из убеждения, что «брачные благословения», которые человек должен получить, могут быть рассеяны в другом месте, или что печальная энергия других людей (например, похороны) окажет негативное влияние на его собственное торжество.

Табу, касающиеся времени и дат проведения свадьбы, представлены следующим образом.

1. *윤달에 결혼하면 부부 금슬이 깨진다* *Брак в високосный месяц разрушает супружескую гармонию*. Високосный месяц считался «месяцем, в котором духи не хранят нечистоту», поэтому, хотя он считался благоприятным для переезда или изготовления погребальных саванов, он считался зловещим для свадеб, поскольку препятствовал получению благословения предков.

2. *아홉수에 장가 (시집) 가면 세 번 울고 나온다* *Если вступишь в брак в «проклятие девятого года», будешь плакать три раза, выходя из дома*. Возраст 9, 19, 29 лет и т. д. считался периодом неблагоприятной судьбы и резких перемен. Считалось, что брак в это время приведет к разводу или трудностям, поэтому люди избегали брака.

3. *달 없는 밤에 혼례 치르면 눈먼 자식을 낳는다* *Проведение свадьбы в безлунную ночь приводит к рождению слепого ребенка*. Считалось табу, что брак в темный день, когда луна совсем не восходит, например, в первый день лунного месяца, принесет тьму (несчастье) в дом и причинит вред потомкам. [2]

Существуют приметы и суеверия, касающиеся погоду во время свадьбы.

1. *말발이 젖어야 잘 산다* *Мокрые мотыги ведут к процветанию / 혼례날 눈이 오면 길하다* *Снег в день свадьбы – благоприятный знак*. В аграрном обществе снег считался благоприятным знаком, символизирующим обильный урожай. Также считалось, что если выпадет достаточно снега или дождя, чтобы намочить «копыта лошади» (следы) и увлажнить землю, то в следующем году урожай будет хорошим, богатство будет накапливаться, и можно будет жить процветающей жизнью.

2. *혼인 날 비 오면 첫아들 낳는다* *Дождь в день свадьбы ведет к рождению первенца*. Традиционно дождь считался живой водой, падающей с неба, и энергией Инь. Напротив, мужчины символизируют Ян. Поэтому свадьба в день, наполненный энергией Инь (дождем), облегчает зачатие первенца, обладающего энергией Ян.

3. *혼인 날 비 오면 가문다* *Если в день свадьбы идет дождь, за ним следует засуха*. В данном случае дождь не рассматривается безусловно положительно, а интерпретируется как нарушение естественного порядка вещей.

Далее представлены приметы и суеверия, касающиеся поведения невесты в день свадьбы:

1. **혼인날 신부의 방귀는 복방귀다** Пуканье невесты в день свадьбы считается «счастливым». Это суеверие, которое великодушно закрывает глаза на ошибки нервничающей невесты. В нем присутствует юмор предков, которые стремились истолковать ситуацию позитивно, как знак грядущей удачи, а не как повод испортить атмосферу свадебного торжества.

2. **혼인날 신부가 눈물을 흘리면 잘살지 못한다** Если невеста прольет слезы в день свадьбы, ее жизнь не будет благополучной. Слезы невесты во время свадьбы воспринимались как знак несчастья. (И наоборот, существуют также региональные суеверия с прямо противоположным значением, например, «пролитие слез предотвращает засуху» или «способствует процветанию»).

3. **혼인날 신부가 부엌에 들어가면 시어머니에게 말대꾸한다** Если невеста входит на кухню в день свадьбы, она пререкается со свекровью. В прошлом было принято, чтобы невеста не заходила на кухню в течение, как правило, трех дней после переезда в дом мужа. В этот период свекровь знакомила новую невестку с родственниками, и ей разрешалось заходить на кухню и начинать вести домашнее хозяйство только на четвертый день. Это отражает культурный контекст, в котором вход на кухню в первый день, нарушение этой традиции, считался зловещим знаком о будущем конфликте между свекровью и невесткой.

4. **혼인날 신부가 웃으면 첫 딸을 낳는다** Если невеста улыбается в день свадьбы, она родит первую дочь. В прошлом, когда предпочтение отдавалось мальчикам, широкая улыбка невесты иногда использовалась в негативном смысле, как требование скромности, подразумевая, что она «не сможет родить первенца».

5. **새색시가 문지방을 밟으면 복이 나간다** Если невеста переступит порог, удача покинет дом. Это типичное повседневное табу (суеверие), происходящее из традиционной корейской архитектуры, и в традиционных верованиях порог считался границей, разделяющей внутреннее пространство дома (мир живых) от внешнего (загробная жизнь), а также местом обитания «문전신 Мунджонсин» и (성주신 Сонджусин), духа-хранителя дома. Наступить на него считалось оскорблением и гневом духа [3]. Также в данном табу есть и практическая причина для предохранения деформации порога и проблема безопасности из-за высокого порога в корейской архитектуре.

Наблюдаются и Табу, касающиеся предметов и ритуалов

1. **신부가 가마 탈 때 발이 땅에 닿으면 부정 탄다** Невеста будет проклята, если её ноги коснутся земли во время поездки в паланкине. Чтобы предотвратить привлечение злых духов земли (지신 Дзисин) к невесте во время путешествия из дома её родителей в дом семьи мужа, ей строго запрещалось ступать на землю с момента посадки в паланкин до момента высадки.

2. *함진 아버가 뒤를 돌아보면 복이 달아난다* Удача отступает, если Хамджинаби оглядывается назад. Считалось, что если *함진아버* Хамджинаби, несущий «*함* Хам» (свадебный сундук) содержащий приданое, оглянется назад, входя в дом невесты, то приходящая удача отступит и уйдёт. Поэтому его заставляли идти, глядя только вперёд.

3. *신방의 촛불이 먼저 꺼지면 그쪽이 먼저 죽는다* Если свеча в брачном покое погаснет первой, то эта сторона умрёт первой. Это было ужасное табу, гласившее, что если из двух свечей, зажженных в брачном покое в первую ночь, свеча со стороны жениха или со стороны невесты погаснет первой, то владелец этой свечи умрет преждевременно

Существуют и суеверия, касающиеся еды и ее подачи:

1. *혼인 잔치에 칼질을 많이 하면 부부 사랑이 잘린다* Слишком много разрезания ножом на свадебном пиру разрывает супружескую любовь. Традиционно острые инструменты, такие как ножи или ножницы, символизируют «разрыв» и «разъединение». Считалось зловещим делать слишком много надрезов при приготовлении еды для свадебного пира (например, начинки для банкетной лапши или мяса), поскольку полагалось, что лезвие разорвет связь, любовь и удачу молодоженов.

2. *국수 먹는 날에 비 오면 신랑 신부가 눈물 흘린다* Если в день, когда едят лапшу, идет дождь, жених и невеста проливают слезы. Раньше, когда пиршества проводились на открытом воздухе, дождь портил банкетный стол, накрытый во дворе,

и затруднял прием гостей. Кроме того, это суеверие возникло из опасения, что капли дождя, падающие с неба, уподобляются слезам жениха и невесты, предполагая, что они будут испытывать эмоциональное потрясение или прольют много слез из-за печальных событий в своей семейной жизни.

В заключении предсвадебный процесс включает в себя рассматривание совместимость сочетает в себе буддийскую теорию кармы и конфуцианскую теорию Инь и Ян и Пяти Элементов. Выбор дат и времени проведения свадьбы тесно связан с предохранением неизвестных будущих бед такие как развод, разногласие супругов, горе и рождение детей-инвалидов. Поверье о погоде во время свадьбы отражают важность дождя и снега в агрономии корейского общества. Однако суеверие о дожде выражается амбивалентно, что его присутствие гарантирует обильный урожай, а с другой стороны, засуху. Наблюдается андроцентричный уклад в свадебных повериях, описывающих приметы и табу, по адресу невесты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ожегов С.И. и Швецова Н.Ю. Толковый словарь русского языка: 72500 слов и 7500 фразеологических выражений /Российская Академия Наук. Институт русского языка; Российский фонд культуры. – М.: АЗЪ, 1993. 960 с.

2. 정주근. 한국의 민간신앙. 민속원. 2013. 470 쪽

3. 김명자. 한국민속신앙사전 – 가정신앙 편: 가신신앙의 대상, 의례(안택 등)
<https://folkency.nfm.go.kr/topic/%EA%B0%80%EC%A0%95%EC%8B%A0%EC%95%99>

БИОГРАФИЯ

Я, Ким Ми Йонг, работаю в области лингвистики и культуры, и специализируюсь на корейском языке, культуре и литературе. В 2013 году получила лицензию преподавателя корейского языка как иностранного языка. В 2023 году закончила аспирантуру в Пермском государственном национальном исследовательском университете. Область моих научных интересов включает в себя методика преподавания корейского языка как иностранного языка, сопоставительный анализ русских и корейских паремий, исследование репрезентации разных концептов и метафор в вышеуказанных паремиях.

TRADITIONAL WEDDING BELIEFS IN KOREA: SYMBOLISM AND CULTURAL MEANINGS

M.Y. Kim

Perm National Research University, Perm, Russia, uralmun@naver.com

This article examines the linguacultural characteristics of Korean wedding beliefs and their implementation, embodied in strict adherence to rituals, predictions, and taboos.

The purpose of this study is to identify the ways and means of representing wedding beliefs in Korean tradition. The material includes proverbs, phraseological units, precedent texts, lexical units related to wedding rites, as well as data from explanatory, etymological, and linguacultural dictionaries of the Korean language. The methods used include component analysis, descriptive method, and linguacultural analysis of wedding beliefs.

During a wedding, numerous variables exist beyond human control. Consequently, various beliefs have arisen: superstitions intended to alleviate anxiety and pray for prosperity; omens formed through long-standing folk observations about weddings; taboos, strict prohibitions during a wedding to protect the new family from misfortune, the evil eye, and misfortune.

In traditional Korean society, a four-year age difference isn't even considered for compatibility in marriage, as according to the Chinese zodiac, a four-year age difference is considered the best match for personalities and temperaments. There was a strict prohibition against attending other people's celebrations or mourning events before the wedding, lest the "marriage blessings" be dissipated elsewhere, or that the sad energy of others negatively impact one's own celebration.

Leap months were considered inauspicious for weddings, as they prevented the reception of ancestral blessings. Ages 9, 19, 29, and so on were considered periods of unfavorable

fortune and abrupt changes. Marriage on a dark day when the moon doesn't rise at all, such as the first day of the lunar month, would bring darkness (misfortune) to the home and harm descendants. In an agrarian society, rain and snow during a wedding were considered auspicious, symbolizing a bountiful harvest. Traditionally, rain was considered living water falling from the sky and yin energy. Therefore, a wedding on a day filled with yin energy (rain) facilitates the conception of a firstborn child, who possesses yang energy.

There are superstitions and taboos associated with the bride's behavior. A bride farting on her wedding day is considered "lucky." If a bride sheds tears on her wedding day, her life will not be prosperous. In the past, it was customary for a bride not to enter the kitchen for, as a rule, three days after moving into her husband's house. Therefore, tradition warns that if a bride enters the kitchen on her wedding day, she will argue with her mother-in-law. The bride is forbidden to smile during the wedding, lest she give birth to a daughter, and to step on the threshold, lest the blessing leave the house.

Finally, the pre-wedding process includes checking the dates and times of birth of the bride and groom, which incorporates the Buddhist theory of karma and the Confucian theory of Yin and Yang and the Five Elements. The choice of wedding dates and times is closely linked to the prevention of unknown future misfortunes. Wedding weather beliefs reflect the importance of rain and snow in Korean agronomy. However, the superstition about rain is expressed ambivalently: its presence guarantees a bountiful harvest, while its presence also promises drought. An androcentric bias is evident in wedding beliefs describing omens and taboos regarding the bride.

REFERENCE

1. Ozhegov S.I. and Shvetsova N.Yu. Explanatory Dictionary of the Russian Language: 72,500 Words and 7,500 Phraseological Expressions /Russian Academy of Sciences. Institute of the Russian Language; Russian Cultural Foundation; Moscow: AZЪ, 1993. 960 p.
2. Jeong Jugeun. Korean Folk Beliefs. Minsokwon. 2013. 470 pages.
3. Kim Myeongja. Dictionary of Korean Folk Beliefs – Household Beliefs Section: Objects of Household Deity Belief, Rituals (Antaek, etc.) <https://folkency.nfm.go.kr/topic/%EA%B0%80%EC%A0%95%EC%8B%A0%EC%95%99>.

BIOGRAPHY

My name is Kim Mi Young. My field is linguistics and culture, I specialize in Korean language, culture and literature. In 2013 I received a license to teach Korean. In 2023 I completed my postgraduate studies at Perm State National Research University. My research interests include methods of teaching the Korean language, comparative analysis of Russian and Korean proverbs, and the study of different concepts and metaphors in proverbs.

ЗЕРКАЛО КАК АПОТРОПЕЙ: ТИПОЛОГИЯ И СЕМАНТИКА БРОНЗОВЫХ ЗЕРКАЛ В ПОГРЕБАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСАХ КОРЕЙСКОГО ПОЛУОСТРОВА И ПРИМОРСКОГО КРАЯ⁶

В.М. Лузан

*Волгоградский государственный социально-педагогический университет, Волгоград,
Россия, luzan.victoria@yandex.ru*

В статье рассматривается эволюция и ритуально-апотропеическое функционирование бронзовых зеркал, обнаруженных в погребальных комплексах Корейского полуострова и Приморского края. Автор выделяет три типа зеркал и определяет их семантическую составляющую в рамках эсхатологической системы. Делаются выводы о влиянии расположения зеркала в погребении на определение его функции.

Бронзовые зеркала представляют собой один из наиболее репрезентативных видов археологических источников в материальной культуре древних и средневековых обществ Дальнего Востока. Обладая высокой хронологической чувствительностью, эти артефакты выступают не только маркерами развития металлургии и этнокультурных контактов, но и важнейшими источниками для реконструкции ментальности и религиозно-магических практик древнего населения. В контексте погребальных памятников утилитарная функция зеркала уступала место сакральной: оно приобретало статус мощного апотропея. Географический фокус исследования охватывает Корейский полуостров и Приморский край – зоны непрерывного синтеза автохтонных традиций и мощных импульсов из китайского цивилизационного очага.

Анализ находок позволяет разделить массив артефактов на три вида.

1. Древнекорейский тип. Характеризуется формированием локальной традиции металлообработки на Корейском полуострове в эпоху бронзы и раннего железа, связан с эволюцией многопетлистых зеркал.

Изначально тип представлен зеркалами с «грубым» геометрическим узором и зеркалами с тонким литейным узором. С рубежа эр, в связи с экспансией ханьского Китая и созданием округа Лолан, на полуостров начинает поступать массовый импорт классических китайских типов: зеркала с солярными знаками, типа TLV (гуйцзю-цзин) и зеркала эпохи Шести династий с изображениями полумифических зверей (шэньшоу-цзин). География этих находок привязана к элитарным погребениям (Пхеньян, Кёнджу) [1].

2. Раннесредневековый (бохайский) тип. В эпоху государства Бохай (698–926 гг.) типологический спектр зеркал трансформируется под влиянием эталонных образцов танской эпохи. Плотность находок демонстрирует резкую асимметрию между цен-

⁶ Работа выполнена под руководством И.К. Кима, кандидата исторических наук, доцента кафедры всеобщей истории и методики преподавания истории и обществоведения ФГБОУ ВО «ВГСПУ», e-mail: kokes@mail.ru

тральными районами государства (Маньчжурия) и его северо-восточной окраиной (Приморье).

В Приморском крае, из-за отсутствия выраженных надмогильных сооружений и разрушительных аллювиальных процессов, фиксация погребений затруднена. Находки целых зеркал бохайского времени здесь единичны. Уникальным прецедентом является квадратное зеркало из окрестностей Краскинского городища [2].

3. Позднесредневековый тип (эпохи Цзинь, Юань и Мин). Характеризуется случайными находками в бассейнах рек Раздольная, Арсеньевка и Уссури. Следует отметить, большое количество изображений на зеркалах данного типа. Так, встречаются зеркала с сюжетом «два карася» (парные рыбы). Барельефное изображение двух рыб, плывущих по кругу, символизировало чадородие и супружеское счастье. Этот тип был популярен в империи Цзинь и массово проникал в Приморье [3]. Еще одним популярным сюжетом являются драконы в облаках: Зеркала с таким изображением представляют собой круглые диски с высоким бортом, где дракон преследует пылающую жемчужину (Шайгинское и Ананьевское городища). Кроме того, позднесредневековые зеркала служат хорошим маркером торговых путей. Например, хучжоуские зеркала (хучжоу-цзин) определяют торговые пути эпохи Юань и Мин. Продукция мастерских города Хучжоу отличалась отсутствием пышного декора и обязательным наличием клейма с именем мастера (например, «Хучжоу чжао цзя цзо») [3]. Значительная часть этих позднесредневековых находок локализована в сакральных зонах ландшафта (у подножия скал, в устьях ручьев), что указывает на их интеграцию в шаманские культы коренных народов после падения крупных государств.

В рамках эсхатологических систем зеркало функционировало одновременно как модель мироздания, проводник души и апотропей.

В данном аспекте круглая форма дисков олицетворяла небо, а редкие квадратные зеркала – землю [3]. Важнейшим качеством зеркала была способность отражать свет. В древнекорейской традиции солярный культ занимал центральное место. В пространстве могилы это солярное качество проецировалось на подземный мир: зеркало должно было рассеивать хтоническую тьму загробного пространства, освещая путь душе [1].

Погребальный комплекс мыслился как уменьшенная копия Вселенной, защищенная от хаоса внешнего мира. Традиционное сознание жестко разделяло обитаемое пространство на вертикальные зоны: верхнюю (чистые духи, небо), жилую среднюю (мир человека) и нижнюю (хтонический мир). При конструировании могилы происходила инверсия: нижний мир погребения должен был превратиться в «чистую землю» для умершего. Зеркало в этой системе выполняло роль пограничного стража. Защитная магия зеркала базировалась на визуальном шоке. В дальневосточной демонологии считалось, что вредоносные духи обладают безобразным обликом. Встречая на своем пути зеркальную гладь, демон видел свое истинное отражение, приходил в ужас и терял силу [4].

Высшим проявлением сакрализации бронзового зеркала являлся обряд его намеренного разрушения или деформации. Чтобы предмет мог выполнять свои защитные

функции в загробном мире, его собственная «земная жизнь» должна была прекратиться через процедуру демедиации [3]. С точки зрения архаического мышления, сломанное в мире людей становится целым и функционирующим в мире духов. Анализ находок из Приморья позволяет выделить несколько устойчивых стереотипов нанесения ритуальных повреждений:

1. Сбивание или пробитие центрального ушка. Нанесение точечного удара тяжелым орудием непосредственно в область петли (космологического центра зеркала) приводило к ее скалыванию или сквозному пробитию диска, лишая вещь возможности утилитарного подвешивания.

2. Преднамеренный излом. Огромный пласт позднесредневековых зеркал представлен в виде ровных половин, четвертей или мелких осколков. Зеркала укладывали на твердую выпуклую опору и наносили сильный удар в центр. В ряде случаев в могилу помещалась лишь одна половина, а вторая оставалась у живых родственников в качестве залога связи с ушедшим предком.

3. Ритуальный загиб (деформация плоскости). Бронзовый диск сгибался пополам под углом до 90° или скручивался в волнообразную пластину. Такой способ лишал зеркало его главного физического свойства – ровной отражающей поверхности, превращая его в чисто символический объект [3].

В археологическом материале региона прослеживается четкое различие между преобладанием целых и фрагментированных зеркал. Данное различие являлось, в первую очередь, маркером социального статуса погребенного, что отражено в табл. 1.

Таблица 1

Состояние объектов

Состояние артефакта	Археологический контекст	Социально-ритуальная функция
Целые зеркала	Элитарные гробницы Бохая (Китай), Краскинское городище, королевские курганы Силла и др. [1]	Маркер высшего аристократического и шаманского статуса.
Фрагментированные/деформированные	Рядовые грунтовые могильники (например, Чернятино-5), случайные находки в руслах рек Приморья [3]	Традиционный обряд демедиации в рамках родовых шаманских практик.

Сохранение целостности зеркала в элитарных гробницах объясняется тем, что в высокоорганизованных стратифицированных обществах оно воспринималось как оберег, который должен был продолжать функционировать в полную силу и тем самым олицетворять мощь правителя [4]. В ритуальной практике рядового населения Приморья, тесно связанного с автохтонными мохэскими традициями, акт разрушения вещи оставался доминирующим в восприятии хтонического мира.

Интерес представляет и пространственное расположение зеркала относительно тела погребенного. В корейских захоронениях эпохи раннего железа и Трех

государств просматривается закономерность: размещение зеркала у головы было призвано защитить сознание покойного от безумия загробного мира, тогда как нагрудное положение превращало его в защитный «доспех» [1]. В данном аспекте следует отметить уникальное квадратное зеркало Краскинского городища, уложенное отражающей стороной вверх и выполнявшего роль барьера, отсекающего Нижний мир и демонические силы от обитаемого пространства живых.

Таким образом, подводя итог, можно сделать несколько выводов. Во-первых, развитие дальневосточной литейной традиции шло от автохтонных корейских многопетлистых форм зеркал эпохи бронзы (сэмунчжэнь-гён) к постепенной унификации под влиянием Китая. В эпоху Бохая импортные танские зеркала закрепились в культуре элиты, а в позднем средневековье сменились массовой утилитарной цзиньско-юаньской продукцией. Во-вторых, зеркало служило апотропеем и «замком» на границе миров. Помещаясь в критических точках погребения (изголовье, грудь, вход), оно изолировало Нижний мир и фиксировало границы сакрального («чистого») пространства усыпальницы, что соотносится с общими принципами вертикального зонирования традиционного жилища. В-третьих, в обращении с артефактами выделяются два сценария. В элитарных гробницах Бохая и Кореи зеркала оставлял, в рядовой обрядности мохэско-чжурчжэньского круга доминировал акт ритуального «убийства» (демедиации вещи).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Силакова С.А., Гайнуллина Л.А. Корейские бронзовые зеркала как образец культурного влияния Китая // *Modern oriental studies*. 2021. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/koreyskie-bronzovye-zerkala-kak-obrazets-kulturnogo-vliyaniya-kitaya>.
2. Гельман Е.И., Асташенкова Е.В. Мультидисциплинарные исследования бохайской группы могил в окрестностях Краскинского городища // *Археология, этнография и антропология Евразии*. – 2016. – Т. 44, № 4. – С. 114–121.
3. Оборин Ю.В., Савосин С.Л. Китайские бронзовые зеркала. Корпус случайных находок: монография. – Красноярск ; М.: 2017. – 527 с.
4. Хэ Ю. Бохайские погребения в Китае: общая характеристика и погребальный обряд // *Известия Лаборатории древних технологий*. 2023. № 4 (49). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bohayskie-pogrebeniya-v-kitae-obschaya-harakteristika-i-pogrebalnyy-obryad>.

БИОГРАФИЯ

Я, Лузан Виктория Михайловна, работаю в области общественных наук и специализируюсь на истории, археологии и корееведении. С марта 2023 работаю экскурсоводом в Музее-заповеднике «Сталинградская битва». Являюсь студентом (Институт исторического и правового образования) Волгоградского государственного социально-педагогического университета (г. Волгоград). Бакалавр (обучаюсь по направлению «Педагогическое образование с двумя профилями подготовки «История», «Право»») с 2022 года. Область моих научных интересов включает в себя историю, археологию Кореи и Боспорского царства, корееведение, медицину.

**THE MIRROR AS AN APOTROPOEIA: TYPOLOGY AND SEMANTICS
OF BRONZE MIRRORS IN THE FUNERAL COMPLEXES
OF THE KOREAN PENINSULA AND PRIMORSKY KRAI**

V.M. Luzan

*Volgograd State Social and Pedagogical University, Volgograd, Russia,
luzan.victoria@yandex.ru*

This article examines the evolution and ritual-apotropaic function of bronze mirrors discovered in burial complexes on the Korean Peninsula and Primorsky Krai. The author identifies three types of mirrors and defines their semantic components within an eschatological framework. Conclusions are drawn regarding the influence of a mirror's location within a burial on its function.

Bronze mirrors serve as a vital source for reconstructing the mentality of ancient populations, where the utilitarian function gave way to the sacred. Analysis allows us to distinguish three types of mirrors. 1. The ancient Korean type was formed in the Bronze and Early Iron Ages and is represented by mirrors with geometric patterns, followed by classical Chinese types (with solar signs, TLV, with images of semi-mythical animals); the geography of these finds is tied to elite burials (Pyongyang, Gyeongju) [1]. 2. The early medieval (Bohai) type was transformed under the influence of Tang samples; in Primorye, intact mirrors of this period are rare, for example, a square mirror from the vicinity of the Kraskinsky settlement [2]. 3. The late medieval type (Jin, Yuan and Ming eras) includes mirrors with the "two crucian carp" theme, mirrors with dragons in the clouds, products of the Huzhou city workshops [3]; These finds are often located in sacred zones of the landscape, indicating their integration into shamanic cults.

In the Korean worldview, the mirror functioned as a model of the universe, a guide for the soul, and an apotropaic symbol. The round shape represented heaven, the square, the earth [3]. In ancient Korean tradition, solar worship occupied a central place: the mirror was supposed to dispel the chthonic darkness of the afterlife, illuminating the path of the soul [1]. The funerary complex was conceived as a miniature replica of the universe, and the mirror served as a boundary guard [4]. The highest manifestation of sacralization was the rite of intentional destruction or deformation (demediation), so that the object would become whole and functional in the spirit world [3]. Persistent patterns of ritual damage are noted: knocking off the central tab, breaking, and bending [3]. In the archaeological material, a clear distinction can be made between whole and fragmented mirrors: whole mirrors are found in the elite tombs of Bohai (China), the Kraskin settlement, and the royal burial mounds of Silla [1; 4]; whereas fragmented and deformed mirrors are characteristic of ordinary ground burial grounds in Primorye (for example, Chernyatino-5) and random finds in river beds [3], which is associated with the autochthonous Mohe traditions. The spatial arrangement of the mirror is also interesting: at the head, it protected the consciousness of the deceased from the madness of the afterlife, while on the chest it turned into protective

"armor" [1]; the unique square mirror of the Kraskin settlement, laid with the reflective side up, served as a barrier cutting off the underworld from the inhabited space of the living [2].

Thus, the development of the Far Eastern casting tradition went from autochthonous Korean forms to unification under the influence of China; The mirror acted as an apotropaic and "castle" on the border of worlds; while in elite tombs, mirrors were left intact, in the ordinary rituals of the Mohe-Jurchen circle, the act of ritual "killing" of an object dominated.

REFERENCE

1. Silakova S.A., Gainullina L.A. Korean bronze mirrors as an example of China's cultural influence // Modern oriental studies. 2021. No. 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/koreyskie-bronzovye-zerkala-kak-obrazets-kulturnogo-vliyaniya-kitaya>.
2. Gelman E.I., Astashenkova E.V. Multidisciplinary studies of the Bohai group of graves in the vicinity of the Kraskinsky settlement // Archaeology, ethnography and anthropology of Eurasia. – 2016. – Vol. 44, No. 4. – Pp. 114–121.
3. Oborin Yu.V., Savosin S.L. Chinese bronze mirrors. Corpus of random finds: monograph. – Krasnoyarsk ; Moscow: 2017. – 527 p.
4. He Yu. Bohai burials in China: general characteristics and burial rites // Bulletin of the Laboratory of Ancient Technologies. 2023. No. 4 (49). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bohayskie-pogrebeniya-v-kitae-obschaya-harakteristika-i-pogrebalnyy-obryad>.

BIOGRAPHY

I, Victoria Mikhailovna Luzan, work in the social sciences and specialize in history, archaeology, and Korean studies. Since March 2023, I have been working as a tour guide at the Battle of Stalingrad Museum-Reserve. I am a student (Institute of Historical and Legal Education) at the Volgograd State Social and Pedagogical University (Volgograd). I have been studying for a bachelor's degree in Pedagogical Education with two majors: History and Law, since 2022. My research interests include the history and archaeology of Korea and the Bosporan Kingdom, Korean studies, and medicine.

ОСОБЕННОСТИ КОНСТИТУЦИОННОГО КРИЗИСА: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИМПИЧМЕНТОВ ПАК КЫН ХЕ И ЮН СОК ЁЛЯ В РЕСПУБЛИКЕ КОРЕЯ

А. Мун

*Пермский торгово-технологический колледжа, Пермь, Россия,
munandreyka102@gmail.com*

В статье сопоставляются два импичмента президентов Республики Корея – Пак Кын Хе в 2016–2017 годах и Юн Сок Ёля в 2024–2025 годах. Рассматривается, на каких правовых основаниях они были начаты, в какой политической атмосфере прохо-

дили, как на них реагировало общество и к каким конституционным последствиям они привели. В итоге делается вывод: хотя сами процедуры внешне похожи, во втором случае кризис государственных институтов оказался намного серьезнее, а общество – гораздо сильнее расколотым. Это заставляет сомневаться в устойчивости корейской президентской модели.

Политическая система Южной Кореи не раз доказывала, что способна устранять собственные сбои с помощью импичмента главы государства. Однако импичмент Пак Кын Хе в 2017 году и импичмент Юн Сок Ёля в 2025 году различались не только по юридическим основаниям. По-разному выглядел и сам конституционный кризис, который они вызвали. В первом случае ситуация была относительно быстро разрешена и завершилась согласием политических элит. Во втором импичмент обнажил глубокий разлом между ветвями власти, а также между государственными институтами и обществом. Цель этой работы – показать особенности каждого из этих кризисов и оценить, какие долгосрочные риски они создают для корейской демократии.

Конституционные основания импичмента в Республике Корея. Согласно статье 65 Конституции Республики Корея, президент может быть отстранен от должности, если нарушает закон, превышает свои полномочия или совершает действия, несовместимые со своим статусом. Процедура начинается в Национальном собрании, где за нее должны проголосовать не менее трети депутатов [1].

Импичмент Пак Кын Хе в 2016–2017 годах. К импичменту привёл громкий коррупционный скандал, связанный с Чхве Сун Силь – близкой подругой президента, у которой не было официальной должности, но при этом она заметно влияла на решения власти. Пак Кын Хе обвиняли в том, что она передавала ей секретные документы, оказывала давление на крупные корпорации, требуя пожертвований, в том числе на Samsung, и пыталась воздействовать на СМИ. Это вызвало сильное недовольство в обществе и привело к массовым «свечным протестам» (чхотбуль чжипхве), которые начались в октябре 2016 года и собрали миллионы участников. 9 декабря 2016 года Национальное собрание поддержало импичмент: за него высказались 234 из 300 депутатов. 10 марта 2017 года Конституционный суд единогласно подтвердил это решение. Затем, после новых выборов, победу одержал Мун Чжэ Ин. В результате политическая обстановка в стране стала спокойнее, а позже Пак Кын Хе была помилована [2].

Импичмент Юн Сок Ёля (2024–2025 гг.). Поводом для импичмента стала попытка президента 3 декабря 2024 года ввести военное положение, чтобы задавить оппозицию. Официально Юн Сок Ёль говорил о борьбе с «северокорейскими шпионами», но на деле он заблокировал работу Национального собрания, взял под контроль СМИ и приказал задержать ключевых оппозиционных политиков. В ответ Национальное собрание в срочном порядке проголосовало за отмену военного положения. После этого стартовала процедура импичмента, которую инициировала коалиция оппозиционных партий – Демократическая партия и Партия справедливости.

14 декабря 2024 года за импичмент проголосовали 204 депутата при необходимом минимуме в 200. Но, в отличие от дела Пак Кын Хе, часть судей Конституционного суда была назначена самим Юн Сок Ёлем, из-за чего разгорелся спор о законности процесса. Итоговое решение суд объявил только в апреле 2025 года, и разрыв оказался совсем небольшим – 5 голосов против 4. Все это время страна жила в режиме двоевластия: президент был отстранен от обязанностей, но окончательно должности не лишился.

Если смотреть на процедуру, оба импичмента укладываются в рамки Конституции. Но по своему содержанию они заметно отличаются. Прежде всего, различался сам повод для обвинений. Пак Кын Хе инкриминировали коррупцию – для южнокорейской политики это, по сути, довольно типичное нарушение. Юн Сок Ёля, наоборот, обвиняли в том, что он попытался сосредоточить власть в своих руках через введение военного положения. А такого в стране не происходило с 1987 года.

Затем по-разному вели себя и политические элиты. В 2016–2017 годах часть тогдашней правящей партии «Сэнури» поддержала импичмент. В 2024–2025 годах «Сила народа» заняла куда более жесткую позицию против, срывала заседания и ставила под сомнение законность голосования.

По-разному отреагировало и общество. Согласно опросам Korea Research за январь 2025 года, импичмент Пак Кын Хе поддерживали около 77% граждан. В случае Юн Сок Ёля мнения почти разделились пополам: 51% выступали за, 44% – против.

При этом сторонники президента проводили отдельные митинги, используя южнокорейский флаг и лозунг «Защитим демократию».

И, наконец, различались институциональные последствия. Импичмент Пак Кын Хе, по сути, укрепил доверие к системе сдержек и противовесов. А дело Юн Сок Ёля, наоборот, показало, что Конституционный суд может стать ареной политического конфликта: после объявления решения двое судей подали в отставку, заявив о предвзятости своих коллег.

Кроме того, реакция международного сообщества тоже была совсем разной. В 2017 году главные союзники Южной Кореи – США и Япония – сочли отставку Пак Кын Хе внутренним делом страны. А в 2025 году власти США уже говорили о «серьезной обеспокоенности политической нестабильностью», тогда как Китай и Россия, наоборот, использовали ситуацию, чтобы резко высказаться против «американо-корейского военного альянса». Из-за этого трехсторонние переговоры по денуклеаризации на какое-то время остановились [3].

Перспективы корейской демократии. Импичмент Юн Сок Ёля стал тревожным сигналом. Глава государства, чья власть опиралась на Конституцию, потерял пост из-за шагов, которые сам считал законными. В статье 77 действительно сказано, что военное положение можно вводить при наличии военной угрозы. Часть юристов полагает, что Конституционный суд фактически пересмотрел политическое решение президента, а это ослабляет принцип разделения властей. Другие, напротив, считают, что суд защитил демократию и не позволил стране скатиться к авторитарному режиму. Как бы то ни было, южнокорейскому обществу еще предстоит долго обсуждать,

где проходит граница президентских полномочий. Одним из вариантов выхода может стать конституционная реформа, которая сузит право президента объявлять военное положение и усилит роль Национального собрания в этом вопросе.

Заключение. Если сравнить импичменты Пак Кын Хе и Юн Сок Ёля, видно, что конституционный кризис в Южной Корее меняется по своему характеру. Сначала он был связан прежде всего с коррупцией, а затем сместился в сторону конфликта между ветвями власти. В случае Пак Кын Хе корейская демократия показала, что уже стала достаточно зрелой. А вот история с Юн Сок Ёлем выявила новые трудности: усилившийся раскол в обществе, снижение доверия к суду и опасность того, что военное положение могут превратить в инструмент политической борьбы. Дальнейший путь корейского конституционализма будет зависеть от того, смогут ли политические силы находить общий язык и готовы ли граждане защищать демократические институты не только на массовых акциях со свечами, но и через реальные перемены.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конституция Республики Корея (1987, с изменениями по 2023 г.) // Официальный русский текст. – Сеул: Законодательная библиотека, 2023.
2. Kim Hyung-A. The Candlelight Revolution and the Impeachment of Park Geun-hye // *Asian Survey*. – 2017. – Vol. 57, No. 5. – P. 875–898.
3. Korea Research. Общественное мнение об импичменте президента Юн Сок Ёля: отчет от 15 января 2025 г. – Сеул: Korea Research, 2025. – 34 с.

БИОГРАФИЯ

Я, Андрей Мун, работаю в области корееведения и преподавания общественно-политических дисциплин. В 2022 году закончил Пермский гуманитарно-педагогический университет по специальности «История и обществознание». С осени 2022 года работаю преподавателем в Пермском торгово-технологическом колледже. Область моих научных интересов включает в себя сравнительную политологию, конституционное право Республики Корея, методику преподавания корейского языка, а также корейскую экономику и культурные процессы в контексте глобализации.

FEATURES OF THE CONSTITUTIONAL CRISIS: A COMPARATIVE ANALYSIS OF THE IMPEACHMENTS OF PARK GEUN-HYE AND YOON SUK-YEOL IN THE REPUBLIC OF KOREA

A. Mun

Perm Trade and Technology College, Perm, Russia, munandreyka102@gmail.com

This article compares two presidential impeachments in South Korea: Park Geun-hye (2016–2017) and Yoon Suk-yeol (2024–2025). It examines their legal grounds, political contexts, public reactions, and constitutional consequences. The conclusion is that while the

procedures appear similar externally, the second case involved a much more severe crisis of state institutions and a far more divided society, casting doubt on the resilience of the Korean presidential model.

Constitutional basis of impeachment (Article 65): The president can be impeached for violating the law, abusing power, or acting incompatibly with their office. At least one-third of National Assembly members must vote to initiate the process.

Park Geun-hye (2016–2017): A corruption scandal involving Choi Soon-sil, a confidante without official position who influenced state decisions. Park was accused of leaking secret documents, pressuring corporations (including Samsung) for donations, and manipulating media. This triggered massive “candlelight protests” involving millions. On December 9, 2016, the National Assembly voted 234–300 for impeachment. On March 10, 2017, the Constitutional Court unanimously confirmed it. After new elections, Moon Jae-in won. Political stability returned, and Park was later pardoned.

Yoon Suk-yeol (2024–2025): On December 3, 2024, President Yoon declared martial law ostensibly to combat “North Korean spies,” but in fact blocked the National Assembly, seized media control, and ordered arrests of key opposition figures. The Assembly immediately voted to lift martial law. An opposition coalition (Democratic Party + Justice Party) initiated impeachment. On December 14, 2024, the Assembly voted 204–300 (exceeding the 200-vote minimum). Unlike Park’s case, some Constitutional Court justices were appointed by Yoon himself, sparking disputes over legitimacy. The Court confirmed the impeachment only in April 2025 by a narrow 5–4 margin. During this period, the country experienced dual power: the president was suspended but not finally removed.

Key differences:

Charge: Park – corruption (typical violation). Yoon – attempted power concentration via martial law (unprecedented since 1987).

Elite behavior: In 2016–2017, part of the ruling Saenuri Party supported impeachment. In 2024–2025, the ruling People Power Party uniformly opposed it, disrupted sessions, and questioned the vote’s legitimacy.

Public opinion (Korea Research, Jan 2025): Park – ~77% supported. Yoon – nearly split: 51% for, 44% against. Supporters held separate rallies with national flags and the slogan “Defend democracy.”

Institutional consequences: Park’s case strengthened trust in checks and balances. Yoon’s case turned the Constitutional Court into a political battleground; after the ruling, two justices resigned alleging bias.

International reaction: In 2017, the US and Japan viewed Park’s removal as an internal affair. In 2025, the US expressed serious concern over instability, while China and Russia used the situation to criticize the US-Korea military alliance, temporarily halting trilateral denuclearization talks.

Prospects for Korean democracy: Yoon's impeachment is a troubling signal. The president lost office for actions he considered lawful under Article 77 (martial law allowed in case of military threat). Some lawyers argue the Court overstepped by reviewing a presidential political decision, weakening separation of powers. Others say the Court defended democracy from backsliding. Korean society will need to debate the boundaries of presidential authority. A constitutional reform narrowing the president's power to declare martial law and strengthening the Assembly's role may be one solution.

Conclusion. Comparing the two impeachments shows a shift in constitutional crises – from corruption-based to a direct conflict between branches of government. Park's case demonstrated the maturity of Korean democracy. Yoon's case revealed new challenges: severe social polarization, declining trust in the judiciary, and the danger of using martial law as a political tool. The future of Korean constitutionalism depends on whether political forces can reach consensus and whether citizens are ready to defend democratic institutions not only through mass candlelight rallies but through real change.

REFERENCE

1. Constitution of the ROK (1987, amended through 2023).
2. Park Ji-hun (2023). Impeachment in South Korea: Comparative legal analysis. *Journal of Constitutional Justice*.
3. Korea Research (2025). Public opinion on President Yoon Suk-yeol's impeachment.
4. Kim Hyung-A (2017). The Candlelight Revolution and the impeachment of Park Geun-hye. *Asian Survey*.
5. Constitutional Court of the ROK official website: ccourt.go.kr
6. Lee Jun-ho (2025). Martial law in the 21st century: the case of South Korea 2024. *Pacific Affairs*.

BIOGRAPHY

I, Andrey Mun, work in the field of Korean Studies and teach socio-political disciplines. In 2022, I graduated from Perm State Humanitarian Pedagogical University with a degree in History and Social Studies. Since the autumn of 2022, I have been working as an instructor at Perm Trade and Technology College. My research interests include comparative political science, constitutional law of the Republic of Korea, methods of teaching the Korean language, as well as the Korean economy and cultural processes in the context of globalization.

ТРАДИЦИОННЫЙ КОРЕЙСКИЙ ВОЗДУШНЫЙ ЗМЕЙ «ЁН 연»: ИСТОРИЯ, СИМВОЛИКА И РОЛЬ В КОРЕЙСКОМ КУЛЬТУРНОМ НАСЛЕДИИ

Мун Сенг Чун

*Учитель корейского языка МАОУ «СОШ № 22» г. Перми, Пермь, Россия,
uraltmun@mail.ru*

В данной работе рассматривается историческая эволюция традиционного корейского воздушного змея «ён» от военного инструмента до народного развлечения и шаманского ритуала.

Корейский традиционный запуск воздушных змеев имеет многотысячелетнюю историю, выходящую за рамки простого народного развлечения. Подобно тому, как само название означает «воздушный змей», эти маленькие крылья служили связующим звеном «ён» между небом и землей в жизни корейцев, выступая в роли посланников, несущих надежды и молитвы. В данной работе рассматривается историческая эволюция традиционных корейских воздушных змеев, с акцентом на их переход от военных инструментов к народному развлечению. Анализируются магические и символические значения, присущие воздушным змеям, и ставится цель пролить свет на ценность традиционных воздушных змеев как культурного наследия в современном обществе.

1. Историческое развитие: от военных инструментов к народному развлечению

Изобретение самого воздушного змея восходит к периоду Воюющих царств в Китае (V–III века до н.э.), и преобладает мнение, что он был завезен на Корейский полуостров через Китай. В «Записях о трёх царствах» (Самгукджи) в «Книге Вэй» («Записях о трёх царствах») содержится запись о том, что жители Когурё запускали воздушных змеев примерно в III веке. Самое раннее упоминание о воздушных змеях в Корее можно найти в рассказе о генерале Ким Ю-сине (595–673), который упоминается в «Истории трёх царств» («Самгук Саги»). Во время правления королевы Сондок из Силлы (632–647), когда повстанческие силы подстрекали население, утверждая, что падающие звёзды являются знаком падения королевы, Ким Ю-син запустила змея, украшенного огнём, чтобы распространить слух о том, что «падшие звёзды вознеслись обратно на небо», тем самым восстановив боевой дух своих солдат (Национальный фольклорный музей Кореи, Энциклопедия корейского фольклора). Это служит примером, демонстрирующим, что Корея использовала воздушных змеев для психологической войны на самом раннем этапе развития восточноазиатской культуры запуска воздушных змеев.

К эпохе династии Корё военное применение воздушных змеев стало ещё более изощрённым. В конце XIV века генерал Чхве Ён (1316–1388), атакуя монгольские войска в Тамне (остров Чеджу), прикреплял к змеям мешочки с семенами тростника и разбрасывал их по вражеским позициям. Позже была применена стратегия, при

которой тростник поджигали после того, как он вырастал и высыхал, чтобы обеспечить проход к вражеским позициям. Также имеются записи, указывающие на то, что во время Имджинской войны адмирал Ли Сон-син (1545–1598) использовал воздушных змеев различных цветов и форм в качестве средства связи между флотами [1].

Запуск воздушных змеев, который когда-то считался исключительно военным занятием, во время правления короля Чосона Ёнчжо (1724–1776) превратился в полноценное народное развлечение. По мере того как король поощрял запуск воздушных змеев среди своих подданных, ситуация дошла до того, что даже торговцы запускали змеев, ожидая покупателей.

2. Форма и характеристики: Уникальность воздушного змея-щита

Традиционные корейские воздушные змеи классифицируются на воздушные змеи-щиты, воздушные змеи-скаты и креативные воздушные змеи. Среди них воздушный змей-щит обладает уникальной формой, редко встречающейся где-либо ещё в мире. Воздушный змей-щит имеет прямоугольную форму, напоминающую щит, и его наиболее отличительной особенностью является «вентиляционное отверстие», расположенное в центре. Эта конструкция помогает змею стабильно летать даже при сильном ветре и позволяет выполнять акробатические маневры, такие как быстрое снижение и подъём.

Каркас воздушного змея в форме щита состоит из пяти бамбуковых ребер: верхнее горизонтальное ребро, длинные ребра (два диагональных ребра), центральное ребро (вертикальное по центру) и центральное горизонтальное ребро. Традиционные мастера придают особое значение равномерности длины и толщины длинных ребер, а центральный узел, определяющий направление полета змея, завязывается свободно, чтобы змей мог естественным образом наклоняться под действием ветра.

В конце династии Чосон был создан представительный воздушный змей, известный как «Сеульский воздушный змей». Этот змей, изготовленный мастером в Ханьяне в 1888 году, был подарен тогдашнему генеральному консулу Великобритании и в настоящее время хранится в Королевских ботанических садах Кью в Великобритании; он считается старейшим сохранившимся традиционным корейским воздушным змеем [2].

3. Символизм и ритуальная функция: быть подальше от зла и привлечение удачи

Традиционный корейский запуск воздушных змеев достигает своего пика примерно в период Чонволь Дэборым (15-й день первого лунного месяца). В этот период запуск змеев перестаёт быть просто развлечением и приобретает характер магического ритуала, призванного отгонять несчастья и привлекать удачу на весь год. Перед запуском змеев дети пишут на них фразы, такие как «Сон-эк-ён-бок» (отгоняем несчастья и приветствуем удачу) или «эк-маги-бок-мани» (отгоняем несчастья и приветствуем удачу). Эти фразы означали отгоняние бедствий и привлечение удачи, а родители писали имена и даты рождения своих детей, выражая свои искренние пожелания [3].

Кульминацией ритуала является момент обрыва нити змея на закате. Когда воздушный змей взмывал высоко в небо, люди перерезали веревку ножом, позволяя ветру унести змея, и он исчезал вдаль. Считалось, что, улетев таким образом, змей уносит все болезни, несчастья и неудачи семьи [1]. Интересно, что это контрастирует

с другими культурами, где обрыв веревки воздушного змея считается плохой приметой. Запускать воздушного змея было строго запрещено из-за суеверия, что если поднять его и снова запустить, то вернется несчастье.

4. Современная преемственность и ценность как культурное наследие

В современном обществе традиционные воздушные змеи продолжают сохранять свою родословную, но они больше не являются таким универсальным обычаем, как в прошлом. До 1950-х и 1980-х годов было обычным делом видеть детей, запускающих воздушных змеев в день Нового года по лунному календарю и на Праздник фонарей, но эта практика быстро сократилась из-за урбанизации и изменений в образе жизни.

Тем не менее, усилия по сохранению ценности традиционных воздушных змеев продолжаются. По всей стране организованы клубы любителей воздушных змеев, члены которых запускают змеев, и часто проводятся соревнования по запуску змеев. Интерес к корейским традиционным воздушным змеям растет и за рубежом. В 2018 году Ли Ки-тэ занял первое место на Пекинском международном фестивале воздушных змеев, и его работа теперь находится в постоянной коллекции Музея исламского искусства в Катаре [1].

В заключение Корейские традиционные воздушные змеи – это больше, чем просто игрушки; это культурное наследие, воплощающее мировоззрение и жизненную философию корейского народа. Начав свою историю как инструмент психологической войны, заменивший звезды во времена династии Силла, воздушный змей эволюционировал в периоды династий Корё и Чосон в средство коммуникации, форму народного развлечения и, наконец, в магическое средство для отпугивания несчастья. В частности, уникальный обычай перерезать леску воздушного змея в первое полнолуние лунного года, чтобы отогнать несчастье, наглядно демонстрирует оптимистичные, но реалистичные ритуалы корейского народа, направленные на пожелание удачи [1].

Отличительная форма, известная как «змеи-щит», и уникальная структура «ветрового отверстия» наглядно демонстрируют место Кореи в истории мировой культуры воздушных змеев. Хотя обычай традиционного запуска воздушных змеев значительно ослаб в современную эпоху, его наследие сохраняется благодаря усилиям ремесленников и клубов любителей. При поддержке создания музея, посвященного традиционным воздушным змеям, и систематической политики сохранения нематериального культурного наследия, традиционные корейские воздушные змеи будут продолжать существовать как средство передачи мечтаний и надежд в небо будущим поколениям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нефф, Роберт. «Корейские воздушные змеи: отгоняют несчастье». The Korea Times, 27.02.2022.
2. Чон А-ён. «Мечта о полете: мастер воздушных змеев надеется вернуть джосонский воздушный змей из Великобритании». The Korea Times, 04.02.2015.
3. Национальный фольклорный музей Кореи. «Запуск воздушных змеев». Энциклопедия корейского фольклора <https://folkency.nfm.go.kr/kr/topic/detail/1577>

БИОГРАФИЯ

Я, Мун Сенг Чун, работаю в области преподавании корейского языка, литературы и культуры. В 2022 году получил лицензию преподавателя корейского языка как иностранного языка. С 2023 года работаю директором корейской школы в Перми и с 2024 года – учителем корейского языка в школе № 22 в городе Перми. Область моих научных интересов включает в себя методика преподавания корейского языка как иностранного языка, реализации культурных мероприятий, а также корейская экономика.

TRADITIONAL KOREAN KITE "YON": HISTORY, SYMBOLISM AND ROLE IN KOREAN CULTURAL HERITAGE

Mun Seng Chun

Korean language teacher, School No. 22, Perm, Russia, uralmun@mail.ru

This paper examines the historical evolution of traditional Korean kites, focusing on their transition from military tools to folk entertainment. It analyzes the magical and symbolic meanings inherent in kites and aims to shed light on the value of traditional kites as cultural heritage in modern society.

The oldest record of kites on the Korean Peninsula is an anecdote about General Kim Yu-sin of Silla found in the *Samguk Sagi*. During the reign of Queen Seondeok, when rebel forces incited the public by claiming that a fallen star was a sign of the Queen's downfall, Kim Yu-sin restored morale by flying a kite adorned with fire and employing psychological warfare to claim that "the fallen star has ascended back to heaven" (National Folk Museum of Korea). This marks the earliest instance of kites being utilized tactically in East Asia.

During the Goryeo Dynasty, when General Choe Yeong attacked Mongol forces on Jeju Island, he employed a fire attack tactic: he attached reed seeds to kites, scattered them over the enemy lines, and then set fire to the grown reeds to secure a path for the advance. Admiral Yi Sun-sin also utilized kites as a means of communication between fleets during the Imjin War. It was not until the reign of King Yeongjo of the Joseon Dynasty, when the King encouraged kite flying among the people, that military tools finally established themselves as a form of civilian entertainment. 2. Form and Characteristics: The Uniqueness of the Shield Kite

Traditional Korean kites are classified into shield kites, stingray kites, and creative kites; among these, the shield kite features a unique form rarely found anywhere else in the world. The most distinctive feature of the shield kite is its rectangular shield shape with a "wind hole" in the center, which enables stable flight even in strong winds, as well as acrobatic maneuvers such as rapid descents and ascents.

The frame consists of five bamboo rods (head rod, two long rods, center rod, and waist rod). The "Seoul Kite" from the late Joseon Dynasty is a representative work; crafted by a craftsman in Hanyang in 1888 and presented to the British Consul General, it is currently preserved at the Royal Botanic Gardens, Kew in the UK as the oldest surviving traditional Korean kite.

Traditional kite flying reaches its peak on Jeongwol Daeboreum (the 15th day of the first lunar month). This was not merely a simple game, but a magical ritual of "Song-aek-yeong-bok" – sending away misfortune and welcoming good fortune. Children wrote the phrase "Aek-magi Bok-mani" (warding off misfortune and welcoming good fortune) on the kites, while parents inscribed their children's names and birth dates to express their earnest wishes.

The climax of the ritual was the moment at sunset when the kite string was cut with a knife, allowing the kite to be carried away by the wind and disappear into the distance. It was believed that the kite, having departed in this way, carried away all the family's illnesses, misfortunes, and bad luck. This is a unique Korean characteristic that contrasts with the view in other cultures where the breaking of a kite string is regarded as bad luck. There was also a taboo that if the lost kite was picked up and flown again, the bad luck would return.

Until the 1950s and 1980s, it was common to see children flying kites on Lunar New Year's Day and the Lantern Festival, but due to urbanization and changes in lifestyle, the frequency of such activities decreased rapidly. Nevertheless, the tradition continues thanks to the organization of national kite clubs, the hosting of kite-flying competitions, and the efforts of artisans. International interest has also grown; in 2018, Lee Ki-tae won first place at the Beijing International Kite Festival, and his work was acquired by the Islamic Museum in Qatar as a permanent member.

Korean traditional kites have evolved in function, starting as psychological warfare tools during the Silla Dynasty, then transforming through the Goryeo and Joseon Dynasties into means of communication, folk entertainment, and finally, a magical medium for warding off misfortune. The custom of cutting kite strings on the first full moon of the lunar year to send away bad luck clearly demonstrates the Korean people's optimistic yet realistic rituals for wishing for good fortune. The unique structures of the "shield kite" and the "wind hole" prove Korea's unrivaled status in the history of global kite culture. If supported by the establishment of a specialized museum for traditional kites and systematic policies for the preservation of intangible cultural heritage, Korean traditional kites will continue to exist as a medium conveying dream and hopes toward the sky to future generations.

REFERENCE

1. Neff, Robert. "Korea's Kites: Ward Off Misfortune." *The Korea Times*, February 27, 2022.
2. Jeong, Ah-yeon. "Dream of Flight: Kite Master Hopes to Bring Back Johnson Kite from Britain." *The Korea Times*, February 4, 2015.
3. National Folk Museum of Korea. "Kite Flying." *Encyclopedia of Korean Folklore* <https://folkency.nfm.go.kr/kr/topic/detail/1577>.

BIOGRAPHY

My name is Mun Seung Chun, work in the field of teaching Korean language, literature and culture. In 2022, I received a license as a teacher of Korean as a foreign language. Since 2023, I have been working as the director of a Korean school in Perm. My research interests include methods of teaching Korean as a foreign language, implementation of cultural events, and the Korean economy.

МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО МЫШЛЕНИЯ ОБУЧАЕМЫХ

Н.И. Пак

*Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева,
Красноярск, Россия, nik@kspu.ru*

Представлена модель исследовательского мышления с позиций ментального подхода. Описан мыслительный исследовательский процесс как циклическая спираль взаимодействия его компонент и предложены факторы их развития.

Современные доктрины развития образования, федеральные образовательные стандарты определяют необходимость развивать когнитивные способности обучаемых. Важнейшей среди них является исследовательское мышление, под которым понимают динамический процесс познавательной деятельности в условиях неопределённости, направленный на понимание и выявление закономерностей реальности [1, 2]. Работа посвящена обоснованию модели формирования и развития исследовательского мышления обучаемых с позиций ментального подхода [3].

Механизм ментальной модели исследовательского мышления основан на последовательности когнитивных процедур: *активация проблемной цели; интуиция/предвосхищение; воображение; понимание; алгоритмизация; реализация; рефлексия*. Любой мыслительный процесс, в зависимости от конкретной ситуации, представляет цепочку из этих процедур. Например, чтобы утолить жажду цепочка может выглядеть так: цель → предвосхищение → алгоритмизация → реализация.

Сущность когнитивных процедур, лежащих в основе модели:

1. Познавательно научные проблемы и цели могут быть двух видов: неопределённость предметной области (информационно-знаниевая энтропия); неопределённость физической реальности (физическая энтропия).

2. Интуиция – мгновенное схватывание сути без развёрнутого логического анализа: быстрое распознавание паттернов или ментальных образов; выбор наиболее перспективных гипотез; принятие неосознанных решений в условиях неопределённости.

3. Предвосхищение (антиципация, от лат. *anticipatio*) – способность прогнозировать развитие событий, результаты действий, промежуточные и конечные итоги: рас-

познавание ситуации и активация подходящих ментальных образов (МО), схем (МС) и моделей (ММ) [3] для прогнозирования решения задачи; оценка сложности и времени выполнения; предугадывание возможных ошибок и «ловушек»; предвидение последствий решений.

4. Воображение – активация подходящих МО, МС, ММ на основе имеющихся данных и конкретной ситуации: создание новых ментальных идей и моделей; генерация новых МО, МС, ММ через ассоциирование и обобщение; визуализация абстрактных понятий; построение аналогий и метафор.

5. Понимание – осмысление информации, выявление причинно-следственных связей, формирование целостной картины с опорой на имеющийся опыт: анализ структуры новой информации; встраивание её в систему существующих знаний (МО, МС, ММ) [3].

6. Алгоритмизация – создание процедурной схемы для достижения цели: формирование телесно двигательной схемы для моторики тела; разработка мыслительной схемы для концептуальных задач: выбор подходящей МС или построение новой цепочки действий.

7. Реализация – выполнение и управление действиями по выбранному алгоритму, оценка текущих результатов и корректировка действий: команды исполнительным органам; интерпретация результатов.

8. Рефлексия – циклическая обратная связь: сопоставление достигнутой определённости с исходной неопределённостью (энтропией); оценка степени достижения цели.

Цикл взаимодействия рассмотренных компонент модели показан на рис. 1.

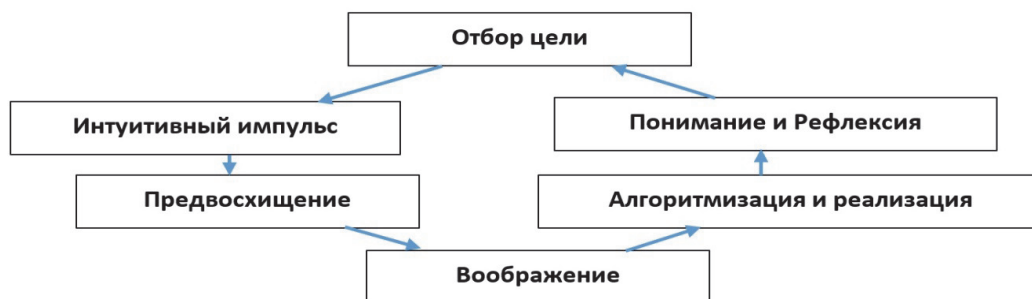


Рис. 1. Цикл взаимодействия компонент исследовательского мышления

Процесс исследовательского мышления развивается по спирали, где каждый виток включает последовательную работу компонент: *Отбор цели* – включается фильтр неопределённости, вызывающей мотивацию к ее устранению; *Интуитивный импульс* – возникает первичное «озарение», смутное ощущение решения; *Предвосхищение* – формируется прогнозный мыслительный процесс (дорожная карта) за счет существующих МО, МС, ММ на основе их активации, ассоциирования, аналогии и подобия;

Воображение – визуализированная удерживаемая активация МО, МС, ММ, конструирование визуализированного сценария ситуации на основе активации подходящих ментальных схем и моделей (обобщение-конкретизация, ассоциация, суперпозицирование); *Алгоритмизация и реализация* – постановка задачи и цепочки физических и когнитивных действий для ее решения; *Понимание и Рефлексия* (Обратная связь) – осмысление, понятизация, формализация, оценка соответствия результатов устранения неопределенности с интуитивными догадками и предвосхищенными мыслями.

Практическая значимость модели заключается в обозначении ориентиров для педагогов, разработчиков учебных средств и методов обучения, нацеленных на повышение качества исследовательского мышления обучаемых:

1. Развитие исследовательской интуиции. Факторы развития:

- накопление знаний в предметной области;
- изучение литературы;
- анализ данных;
- бессознательный поиск решений «в фоновом режиме».

2. Развитие исследовательского предвосхищения. Виды предвосхищения:

• оперативное – подготовка к активации определённых МО и МС для быстрого решения внезапно возникших задач;

• кратковременное – мысленное планирование текущих задач: активация нужных ментальных конструкций и их удержание в пассивном состоянии;

• долговременное – разработка «дорожных карт» для долгосрочных проектов (в символично-понятийной форме). Факторы развития:

- глубокая специализация;
- междисциплинарные знания;
- регулярная исследовательская практика;
- критическое мышление;
- рефлексия;
- коммуникации с коллегами;
- использование методов моделирования (мысленного, компьютерного, математического).

3. Развитие исследовательского воображения. Факторы развития:

• глубокая специализация и междисциплинарные знания (например, искусство и литература развивают образное мышление);

• физическая активность и активный отдых (способствуют неосознанной обработке информации);

• работа с визуальными инструментами (развивает пространственно образное мышление);

- регулярная исследовательская практика, критическое мышление, рефлексия;
- коммуникации (диалоги, дискуссии, семинары, конференции);
- методы моделирования (мысленные и компьютерные эксперименты, работа с графиками, схемами, симуляциями);

- творческие ассоциативные упражнения;
 - поиск аналогий между разными явлениями;
 - символизация и кодирование (перевод образов в формулы, схемы и наоборот).
4. Развитие исследовательского понимания. Факторы развития:
- умение формулировать вопросы, вести дискуссии и дебаты;
 - обучение других (объяснение темы товарищу);
 - связывание новой информации с личным опытом;
 - поиск реальных примеров применения теории;
 - изучение истории открытий;
 - осознание своих когнитивных процессов;
 - планирование стратегии изучения и мониторинг прогресса;
 - междисциплинарные связи;
 - эксперименты, наблюдения, симуляции, ролевые игры, проектная работа;
 - использование визуальных инструментов;
 - мотивация, внимание, объём и структурность ментальных схем в памяти.
5. Развитие алгоритмического мышления. Факторы развития и диагностики уровня:
- умение считать и измерять;
 - обобщать и конкретизировать;
 - конструировать и суперпозиционировать;
 - решать разнообразные алгоритмические задачи (числовые и нечисловые);
 - визуализировать алгоритмы;
 - «видеть» алгоритмы в природе;
 - символизировать последовательности действий;
 - представлять алгоритмы с помощью искусственных языков кодирования.

Представленная модель исследовательского мышления обладает конкретизированными когнитивными и дидактическими понятиями, позволяющими целенаправленно определять средства и методы его развития в целом, и отдельных компонент в частности, оценивать его уровень. Полученные результаты могут быть использованы для совершенствования предметно-методической подготовки педагогических кадров.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда и Красноярского краевого фонда науки № 26-18-20116, <https://rscf.ru/project/26-18-20116/>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Халиуллина Л.Р., Савина Н.Н. Сущностно-содержательные характеристики понятия «исследовательское мышление учителя» и подходы к его изучению. Вестник Мининского университета. 2025; том 13(1).
2. Белялова М.А. Исследовательское мышление и исследовательские умения студента в обеспечении качества современного профессионального образования. Международный журнал экспериментального образования. 2014; 10:78-81.
3. Пак Н.И. Ментальный подход в образовании: монография. Красноярск: РИО КГПУ им. В.П. Астафьева; 2025:148.

БИОГРАФИЯ

Я, Пак Николай Инсебович, работаю в области теоретической информатики и информатизации образования, специализируюсь на средствах и методах электронного обучения. Работаю зав. кафедрой информатики и информационных технологий в образовании Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева (г. Красноярск). Кандидат физико-математических наук с 1985 г. Доктор педагогических наук с 2000 г. Область моих научных интересов включает искусственный интеллект в образовании, ментальную дидактику, электронное обучение.

A MODEL FOR THE FORMATION AND DEVELOPMENT OF RESEARCH THINKING IN STUDENTS

N.I. Pak

*Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk,
nik@kspu.ru*

A model of exploratory thinking from a mental approach is presented. The exploratory thinking process is described as a cyclical spiral of interactions between its components, and factors for their development are proposed.

Modern educational development doctrines and federal educational standards define the need to develop students' cognitive abilities. The most important of these is exploratory thinking, which is defined as a dynamic process of cognitive activity under conditions of uncertainty, aimed at understanding and identifying patterns in reality [1-2]. This work is devoted to substantiating a model for the formation and development of exploratory thinking in students from the perspective of a mental approach [3].

The mechanism of the mental model of exploratory thinking is based on a sequence of cognitive procedures: activation of a problematic goal; intuition/anticipation; imagination; understanding; algorithmization; implementation; reflection. Any thought process, depending on the specific situation, represents a chain of these procedures. For example, to quench one's thirst, the chain might look like this: goal → anticipation → algorithmization → implementation.

The process of exploratory thinking develops in a spiral, where each turn includes the sequential work of its components.

The practical significance of the model lies in its provision of guidelines for educators, developers of teaching aids, and developers of teaching methods aimed at improving the quality of students' research thinking:

1. Developing research intuition.
2. Developing research anticipation.
3. Developing research imagination.

4. Developing research understanding.

5. Developing algorithmic thinking.

These results can be used to improve the subject-methodological training of teaching staff.

The research was funded by a grant from the Russian Science Foundation and the Krasnoyarsk Regional Science Foundation No. 26-18-20116, <https://rscf.ru/project/26-18-20116/>

REFERENCE

1. Khaliullina L.R., Savina N.N. Essential and substantive characteristics of the concept of "teacher's research thinking" and approaches to its study. Bulletin of Minin University, 2025. Vol. 13, No. 1.

2. Belyalova M.A. Research thinking and research skills of students in ensuring the quality of modern vocational education. International Journal of Experimental Education. 2014. No. 10. pp. 78-81.

3. Pak N.I. Mental approach in education: monograph. Krasnoyarsk: RIO KSPU named after V.P. Astafyev; 2025:148.

BIOGRAPHY

I, Pak Nikolay Insebovich, work in the field of theoretical informatics and informatization of education, I specialize in the means and methods of e-learning. I work for Department of Informatics and Information Technologies in Education, Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafieva (Krasnoyarsk). Candidate of Physical and Mathematical Sciences since 1985. Doctor of Pedagogical Sciences since 2000. My research interests include artificial intelligence in education, mental didactics, e-learning.

РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ НАСТАВНИЧЕСТВА И КАРЬЕРНОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ СТУДЕНТОВ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Т.В. Пак, А.В. Цой

*Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Москва,
Россия, pak-tv@rudn.ru, tsoihaa2002@mail.ru*

В условиях современных вызовов для фармацевтической отрасли России, цифровой трансформации системы обращения лекарственных средств и дефицита квалифицированных специалистов очень важно обеспечить студентам фармацевтических вузов возможность осознанного выбора профессионального трека и планирования дальнейшей карьеры еще во время обучения. Выявлены методические подходы к разработке цифровой модели, объединяющей диагностику индивидуального профессионального профиля студента, карьерную навигацию и персонализирован-

ное наставническое сопровождение. Определены структура модели и ограничения ее применения.

Реформа высшего фармацевтического образования проходит в условиях усложнения профессиональной среды и расширения возможностей трудоустройства выпускников. Подготовка по специальности «Фармация» сохраняет единое нормативное поле, однако профессиональное становление выпускника может быть связано с работой в аптечной организации, системе контроля качества лекарственных средств, на предприятиях по производству лекарственных средств, в сфере фармаконадзора, обеспечения безопасности лекарственной терапии и других направлениях фармацевтической деятельности.

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) по специальности 33.05.01 «Фармация» ориентирует образовательный процесс на формирование универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций обучающихся [1]. Вместе с тем одним из критериев качества высшего образования является участие работников профильных организаций-работодателей в образовательном процессе и практической подготовке студентов на основе разнообразных форм наставничества. Для решения задачи менторской поддержки обучающихся при выборе направления профессиональной деятельности необходим механизм, который позволяет соотнести индивидуальные характеристики обучающегося с требованиями к осуществлению фармацевтической деятельности в различных сферах и использовать результаты такого сопоставления в образовательном сопровождении.

Целью исследования явилась разработка структуры цифровой модели наставничества и карьерного сопровождения студентов фармацевтического профиля, основанной на диагностике профессионально значимых характеристик и ориентированной на персонализацию профессионального развития.

Проведен сравнительный анализ нормативного документа, определяющего требования к подготовке специалистов по специальности 33.05.01 «Фармация» и международной компетентностной рамки для фармацевтических специалистов, обобщены современные научные исследования, посвященные менторству в высшем образовании. Использованы методы содержательного анализа, сопоставления и концептуального моделирования. В качестве методологической основы приняты компетентностный подход и положение о наставничестве как форме адресного сопровождения, не заменяющей субъектный выбор обучающегося.

Профессиональный профиль студента фармацевтического направления предлагается рассматривать как структурированную совокупность диагностируемых характеристик, проявляющихся в процессе решения профессионально ориентированных задач. Карьерный трек при этом представляет собой типизированное направление профессиональной реализации, для которого определенное сочетание характеристик имеет приоритетное значение. Такой подход позволяет перейти от оценки факта освоения дисциплин к оценке готовности обучающегося действовать в профессионально значимом контексте.

Методологическим ориентиром для построения профиля может выступать рамка Международной фармацевтической федерации (International Pharmaceutical Federation, FIP) Global Competency Framework, version 2, которая включает 23 домена компетенций и 123 поведенческих индикатора, объединенных в четыре кластера [2]. Для отечественной системы подготовки эта компетентностная модель может использоваться как референтный ориентир для уточнения наблюдаемых характеристик и их соотношения с различными профессиональными траекториями.

По результатам анализа предложена цифровая модель, включающая четыре взаимосвязанных контура. Первый, симуляционный, предусматривает выполнение студентом ситуационных задач или игровых заданий, воспроизводящих типовые профессиональные ситуации: сбор информации, выявление рисков, выбор решения, консультирование и обоснование действий. Второй, диагностический, обеспечивает преобразование действий обучающегося в показатели профессионального профиля: полноту анализа ситуации, корректность выбора, последовательность решения, типичные ошибки и потребность в развитии отдельных характеристик.

Третий, навигационно-рекомендательный, предполагает сопоставление выявленного профиля с требованиями выбранных карьерных треков. Его результатом должны стать не жесткая классификация студента и не автоматическое предписание профессии, а обоснованные ориентиры: сильные стороны, зоны развития, рекомендуемые образовательные модули и направления для дальнейшего профессионального ознакомления. Четвертый, наставнический, обеспечивает интерпретацию диагностических данных совместно с наставником и формирование индивидуального плана обучения и развития.

Наставнический контур является принципиально важным элементом модели. Систематический обзор научных публикаций о преимуществах использования менторских программ в высшем образовании, таких как персонализация обучения и возможность сформировать необходимые профессиональные компетенции, показывает, что эффективность наставничества затруднительно оценивать при отсутствии концептуальной ясности и согласованных способов измерения [3]. В предлагаемой модели данные, полученные при определении уровня тех или иных компетенций обучающегося, повышают предметность взаимодействия наставника и студента ВУЗа: обсуждение может быть основано не только на субъективном интересе к конкретной сфере, но и на результатах выполнения профессионально ориентированных задач.

Цифровая платформа для данной модели выполняет интеграционную функцию. Она должна обеспечивать хранение результатов диагностики, визуализацию структуры профессионального профиля, формирование рекомендаций, а также отражать динамику взаимодействия и быть местом коммуникации с наставником. При этом цифровой след обучающегося рассматривается как источник информации для обратной связи и рефлексии студента, а не как основание для окончательного решения о его профессиональной траектории развития.

Предлагаемая модель может быть использована на разных этапах обучения. На ранних курсах ее функция связана преимущественно с профессиональной ориентацией и расширением представлений о возможных сферах реализации. На старших

курсах акцент может смещаться на диагностику готовности к конкретным задачам, выбор развивающих модулей и подготовку к профессиональному старту. В результате наставничество встраивается не в виде разовой консультации, а как последовательный процесс сопровождения, связанный с наблюдаемыми образовательными и профессионально ориентированными результатами.

Вместе с тем применение модели требует учета ограничений. Диагностический профиль не способен полностью отразить личностные мотивы, влияние контекста и изменение интересов студента. Алгоритмически сформированные рекомендации не должны подменять самостоятельный выбор обучающегося. Кроме того, практическая реализация модели требует разработки валидных диагностических заданий, подготовки наставников, регламента интерпретации результатов и последующей оценки эффективности сопровождения.

Цифровая модель наставничества и карьерного сопровождения студентов объединяет симуляционную диагностику, построение профессионального профиля, карьерные рекомендации и наставническую интерпретацию результатов. Дальнейшими этапами исследования следует считать определение ключевых параметров для отдельных карьерных треков, разработку диагностических инструментов и эмпирическую оценку применимости модели в образовательной среде. Разработка цифровой модели наставничества и карьерного сопровождения студентов фармацевтического профиля может помочь профессиональной идентификации студентов еще в стенах высшего учебного заведения, а также повысить качество подготовки по программам высшего образования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 27.03.2018 № 219 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 33.05.01 Фармация».
2. International Pharmaceutical Federation. FIP Global Competency Framework: Supporting early career training strategy. Version 2. The Hague: International Pharmaceutical Federation; 2020.
3. Nuis W., Segers M., Beusaert S. Conceptualizing mentoring in higher education: A systematic literature review. *Educational Research Review*. 2023; 41:100565.

БИОГРАФИЯ

Татьяна Вилорьевна Пак – к. фарм. н., доцент кафедры управления и экономики фармации медицинского института (МИ) Российского университета дружбы народов (РУДН). Окончила фармацевтический факультет Московской медицинской академии. Область научных интересов – управление персоналом, менеджмент и маркетинг в розничном звене фармацевтического рынка.

Цой Анастасия Валерьевна – соискатель ученой степени кандидата фармацевтических наук кафедры управления и экономики фармации РУДН; сфера научных интересов: цифровизация фармацевтического образования, карьерное сопровождение и наставничество студентов фармацевтического профиля.

**MODEL OF MENTORING AND CAREER SUPPORT
FOR PHARMACY STUDENTS: A THEORETICAL
AND METHODOLOGICAL RATIONALE**

T.V. Pak, A.V. Tsoi

*RUDN university, Moscow, Russia, pak-tv@rudn.ru,
tsoihaa2002@mail.ru*

Contemporary pharmacy education is developing in the context of expanding professional roles and increasing requirements for practice readiness. While pharmacy degree programmes provide a common educational framework, graduates may pursue different professional pathways, including community pharmacy practice, management, pharmaceutical industry, medical information and medication safety. This creates a need for tools that support individual professional orientation and informed career.

A theoretical analysis of the Russian educational standard for Pharmacy, the International Pharmaceutical Federation (FIP) Global Competency Framework and current literature on mentoring in higher education was performed. Content analysis, comparison and conceptual modelling were applied. The proposed model is based on the competency approach and includes four interconnected components. The simulation component uses case-based or gamified tasks that reproduce professionally relevant situations and decisions. The diagnostic component converts students' actions into indicators of their professional profile, including completeness of situation analysis, risk identification, decision accuracy and typical errors. The career navigation component compares the identified profile with the requirements of selected career pathways and formulates developmental recommendations. The mentoring component enables professional interpretation of assessment results and their translation into an individual development plan. A digital platform may integrate these functions by storing diagnostic results, visualising profile dynamics, presenting recommended learning modules and supporting mentor-student interaction. Importantly, assessment data should serve as guidance rather than as an algorithmic prescription of a career pathway.

BIOGRAPHY

Tatiana Vilorievna Pak – PhD in Pharmaceutical Sciences, Associate professor, Department of Management and Economics of Pharmacy, Medical Institute, RUDN university. She graduated from the Faculty of Pharmacy of the Sechenov Moscow Medical Academy. Research interests are personnel management, management and marketing in pharmacy.

Anastasiia Valerevna Tsoi is a PhD degree applicant at the RUDN university. Her research interests include digitalisation of pharmacy education, career support and mentoring of pharmacy students.

НАРРАТИВ «ИСЦЕЛЕНИЯ» В ФАНАТСКОМ СООБЩЕСТВЕ КЕЙ-ПОП ГРУППЫ BTS

А.Д. Фролова

*Всероссийская государственная библиотека иностранной литературы
имени М.И. Рудомино, Москва, Россия, fralexa@mail.ru*

В этом исследовании проведён анализ нарратива «Исцеления» в творчестве BTS и высказываниях их фанатского сообщества, вписанных в этот нарратив. Выявлены причины его возникновения и составлена типологизация нарратива.

Корейская волна «Hallyu» стала глобальным культурным феноменом, а k-поп – одной из её наиболее заметных составляющих. А самыми яркими представителями направления по праву считаются BTS, чья деятельность выходит за рамки музыкального творчества. Важную роль в успехе группы играет её фанатское сообщество ARMY активно вовлечённое не только в прослушивание музыки, но и в различные формы взаимодействия с контентом и самими участниками группы.

Особенность BTS заключается в выстраивании эмоциональной близости с фанатами. Эта связь формируется через тексты песен, публичные высказывания участников, регулярное взаимодействие в социальных сетях и создание разнообразного онлайн-контента (шоу, фильмы, прямые эфиры и так далее). В своих песнях группа затрагивает темы тревожности, одиночества, взросления, давления со стороны общества, самоидентичности и ментального здоровья. Именно вокруг этих тем внутри фанатского сообщества формируется феномен «Исцеления».

Феномен «Исцеление» можно описать как нарратив, распространённый внутри фанатского сообщества группы. В рамках него фанаты делятся собственным опытом о преодолении каких-либо жизненных трудностей, отмечая поддержку BTS и их творчества, а в некоторых случаях и других фанатов. При этом этот нарратив присутствует и в творчестве группы, выраженный в словах поддержки и репрезентации вышеуказанных тем. Таким образом, нарратив формируется как «сверху» через деятельность BTS и «снизу» через описание фанатского опыта.

Наравне с эмоциональной близостью между группой и фанатами важную роль играет культура соучастия, в рамках которой участники сообщества обмениваются эмоциями и взаимодействуют друг с другом [1]. Основной теоретической базой для исследования является работа Твин Донабедиан, которая вводит термин «исцеление» [2]. Однако она подробно не исследует закономерности и формы выражения феномена, а в других работах, касающихся положительного влияния BTS на психологическое состояние фанатов, нарратив также остаётся вне подробного анализа.

Соответственно, целью исследования было изучение того, как функционирует нарратив «Исцеления» и какие практики в деятельности BTS и их фанатского сообщества создают и поддерживают его.

Основным методом работы с данными был нарративный анализ. В частности, нарративный анализ текстов песен группы, публичных высказываний участников, а также фрагментов повествования фанатов в социальных сетях. В материалах было необходимо выявить паттерны о преодолении жизненных трудностей, поддержке и победе над ментальными заболеваниями, а также сравнить нарратив «Исцеления» у группы и их фанатского сообщества. Во всех текстах осуществлялся поиск описания эмоций и проблем, что в случае творчества BTS подкреплялось анализом материалов их вымышленной Вселенной (Bangtan Universe).

Из-за обширности поля, было необходимо отобрать песни и публичные высказывания группы. Песни были отобраны по двум принципам: упоминание их самими фанатами в контексте «Исцеления», а также исходя из тем, которые в них репрезентируются. Также выборка песен BTS ограничивалась 2015–2023 годами: начальная дата обоснована зарождением Bangtan Universe в этот год, а завершающая – активностью группы до ухода в армию. Публичные высказывания участников включались в выборку только при условии связи с песнями и другим творчеством.

Для получения данных о конкретных случаях было проведено три структурированных интервью с фанатами об их опыте взаимодействия с творчеством группы и о присутствии в их жизни нарратива «Исцеления». Двое информантов являются не только участниками фанатского сообщества, но и ведут группы в социальной сети «ВКонтакте», где публикуют контент, связанный с нарративом «Исцеления».

К результатам исследования можно отнести, во-первых, выявление в качестве причины формирования нарратива «Исцеления» активное использование личного опыта и переживаний, которые присутствуют в творчестве BTS, что создаёт ощущение искренности и доверия. А благодаря подкреплению этих переживаний в онлайн взаимодействии с фанбазой возникает эффект «живого общения», что усиливает ощущение связи между группой и фанатами. Также нарратив «Исцеления» возможен из-за валидации чувств участников фанатского сообщества. BTS регулярно выражают благодарность и подчёркивают значимость ARMY в своей жизни и карьере. В песнях группы фанаты представлены как источник поддержки и силы для участников. Всё это формирует вполне конкретное послание BTS, которое становится отправной точкой для нарратива «Исцеления».

Если рассматривать именно песни, то можно проследить определённые механизмы, с помощью которых группа поддерживает свою, «верхнюю» часть нарратива. Так, в ходе исследования была отмечена практика написания «парных» песен, например, *Save ME* и *I'm Fine*, *EPILOGUE: Young Forever* и *For Youth*, частично повторяющие мелодии или текст друг друга. Такие песни становятся для фанатов наглядной демонстрацией саморефлексии и развития человека по ходу жизни. Они подталкивают слушателей к анализу своего опыта, извлечению уроков и становлению лучшей версией себя.

В сольных работах участники группы более открыто говорят на тему ментального здоровья. В песнях *The Last* и *AMYGDALA* Юнги говорит о депрессии, тревожности, мыслях о самоубийстве и пережитых травмах. Намджун в песне *moonchild* обращает-

ся к теме одиночества, боли, необходимости продолжать жить несмотря на трудности. Особое значение имеет песня *Magic Shop*, в которой создаётся образ безопасного пространства для фанатов. BTS рассказывают о собственных страхах и тревогах, нормализуя разговор о жизненных трудностях и призывая фанатов следовать их примеру. А самый открытый призыв делиться своими историями и переживаниями звучит в песне *We are Bulletproof: the Eternal*. Для фанатского сообщества это является поддержкой в процессе формирования их части нарратива «Исцеления».

Самый честный и открытый разговор на сложные и важные для молодёжи темы BTS ведут через *Bangtan Universe*. Как уже было сказано, это вымышленная Вселенная, сюжет которой развивается через клипы, тексты и визуальные материалы группы. В ней поднимаются темы насилия, одиночества, семейных проблем, утраты, саморазрушения и ментальных проблем. Совмещая фантастический сюжет и свою реальную позицию, участники показывают трудности подростковой жизни и взросления. Визуальная репрезентация проблем делает творчество BTS более эмоциональным доступным и усиливает нарратив «Исцеления». *Bangtan Universe* позволяет фанатам интерпретировать собственный опыт через истории персонажей, а также чувствовать, что они не одиноки в своих переживаниях.

Сами же участники фанатского сообщества активно воспроизводят и распространяют нарратив. В своих историях в социальных сетях они рассказывают о депрессии, тревожности, одиночестве, проблемах в семье, буллинге и других тяжёлых жизненных ситуациях.

Творчество BTS воспринимается фанатами как источник эмоциональной поддержки, мотивации и ощущения принятия. Внутри сообщества также распространены практики взаимной поддержки. Фанаты не просто делятся своими историями, они также помогают друг другу, создают переводы и тематический контент. Особенно важную роль играют локальные фанатские сообщества, которые делают творчество BTS доступным для аудитории, не владеющей корейским языком. Всё это поддерживает нарратив и его распространение.

Нарратив «Исцеления» внутри фанатского сообщества делится на две основные категории: короткие высказывания и подробные истории. В обоих случаях фанаты говорят о проблеме, с которой они столкнулись, и о помощи, полученной от BTS. В обоих случаях эта помощь описывается в категориях поддержки и наставничества, где Исцеление находится в процессе и группа является проводниками в нём, а не главной движущей силой.

В фанатских историях этот путь описывается как «(было хорошо) – плохо – стало лучше», где первоначальное «хорошо» фигурирует в редких случаях и зачастую является менее серьёзной версией «плохо». При этом степень откровенности различается: кто-то называет абстрактно «травмирующее событие» или «проблемы с ментальным здоровьем», а кто-то называет конкретные диагнозы или описывает ситуации. Также различается объём рассказа переживаемых эмоций.

В нарративе «Исцеления» среди фанатов была выявлена тенденция упоминать как источник поддержки не только саму группу, но и их творчество (отмечая важность

посыла), конкретные песни, развлекательный контент и конкретных участников и их слова.

Таким образом, творчество BTS во всех его проявлениях, рассмотренных в рамках исследования, является не только медиумом для транслирования нарратива «Исцеления» группы, но отправной точкой для формирования нарратива внутри её фанбазы.

Исследование показало, что нарратив отражает влияние, которое BTS и их фанатское сообщество оказывают друг на друга. Как писала Н. Бейм, музыка – это способ коммуникации, который позволяет выявлять то, что для нас является значимым [3]. Для группы и фанатов, поддерживающих нарратив, разговор об Исцелении является этим значимым. Именно поэтому фанаты и участники продолжают сохранять нарратив и выходят за рамки разговора, оказывая реальную поддержку тем, кто в этом нуждается (программа Love Myself у BTS совместно с UNICEF и помощь друг другу среди фанатского сообщества). Фразы, которые фанаты используют вместо «BTS спасли мне жизнь» показывают, какой вклад участники внесли в жизнь членов фанбазы и на какие вещи их смотивировали. Восприятие этого как стимула к развитию более ценно, чем возложение ответственности на группу за улучшение своей жизни. Фанаты – это те, кто преодолели трудности, и смогли рассказать о своём опыте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Jenkins H. Confronting the challenges of participatory culture: Media education for the 21st century. The MIT press. 2009. с. 145.
2. Donabedian T. Fannish healing and "the tentative step forward": Musical affect and parasocial directionalities in BTS fan narratives. Concordia University. 2021. с. 94.
3. Baym N. K. Playing to the crowd: Musicians, audiences, and the intimate work of connection. New York University Press. 2018. с. 253.

БИОГРАФИЯ

Я, Фролова Александра Дмитриевна, работаю в области культуры и специализируюсь на продвижении и связях с общественностью. Работаю Ведущим специалистом Управления по связям с общественностью и взаимодействию со СМИ Всероссийской государственной библиотеки иностранной литературы имени М.И.Рудомино, город Москва. Являюсь Руководителем проектов «МДКМ.ДЗЕН» и «Московский корейский книжный клуб» в АНО «МДКМ». Бакалавр культурологических наук с 2024 года. Область моих научных интересов включает исследования фанатских сообществ, медиа и феномена кей-поп.

THE NARRATIVE OF «HEALING» IN THE FAN COMMUNITY OF K-POP GROUP BTS

A.D. Frolova

*The Library for Foreign Literature, Moscow, Russia,
fralex@mail.ru*

This study examines the narrative of «Healing» in BTS' fan community. BTS is the most popular k-pop group with a multi-million audience. Their connection with fans was studied through the concept of emotional intimacy. The narrative of «Healing» is presented in such researches, but not studied thoroughly. The narrative itself can be described as a storytelling about overcoming different types of life difficulties. It is presented in BTS' work and their fans' storytelling. This study questions what practices in BTS' work and their fan community create and support the narrative.

The main method of working with data is narrative analysis. In particular, a narrative analysis of the texts and videos of the band's creativeness as well as fragments of the fans' storytelling and structured interviews with fans. Songs were selected according to their relevance to the «Healing» narrative and their focus on youth struggles.

The results of the study include, firstly, identifying the active use of personal experiences and feelings that are present in BTS's work as the reason for the formation of the «Healing» narrative, which creates a sense of sincerity and trust. It is also possible due to the validation of the feelings of the members of the fan community. BTS regularly expresses gratitude and emphasizes the importance of ARMY in their lives and careers. All this forms a very specific message from BTS, which becomes the starting point for the narrative of «Healing» among their fans.

If we look specifically at the songs, then we can trace certain mechanisms by which the band maintains its own, «upper» part of the narrative. For fans, the songs become a visual demonstration of self-reflection and human development over the course of life. They encourage listeners to analyze their experiences, learn lessons, and become the best version of themselves. The visual representation of problems in the Bangtan Universe makes BTS's work more emotionally accessible and enhances the narrative.

The study also shows that fans reproduce and spread the «Healing» narrative within the fandom. They share personal stories, support one another emotionally, create translations, and help others access BTS content. As a result, the fandom functions as a participatory community. The narrative within the fan community is divided into two main categories: short statements and detailed stories. In both cases, this help is described in the categories of support and mentoring, where Healing is in progress and the group is the guides in it, rather than the main driving force.

The research concludes that the «Healing» narrative emerges through the interaction between BTS's artistic message and fan practices. Emotional closeness, shared experiences,

and participatory culture transform the fandom into a space of emotional support and collective understanding.

The phrases that fans use instead of «BTS saved my life» show how much the members have contributed to the lives of the fanbase members and what things they have been motivated to do. Taking this as an encouragement to develop is more valuable than assigning responsibility to the group for improving fans' lives. Fans are those who have overcome difficulties and were able to talk about their experiences.

REFERENCE

1. Jenkins H. Confronting the challenges of participatory culture: Media education for the 21st century. The MIT press. 2009. С. 145.
2. Donabedian T. Fannish healing and "the tentative step forward": Musical affect and parasocial directionalities in BTS fan narratives. Concordia University. 2021. С. 94.
3. Baym N. K. Playing to the crowd: Musicians, audiences, and the intimate work of connection. New York University Press. 2018. с. 253.

BIOGRAPHY

My name is Frolova Alexandra Dmitrievna. I work in the field of culture and specialize in PR and public relations. I work as a Leading specialist in the Department of Public Relations and Media Relations of The Library for Foreign Literature, Moscow. I'm the Project Manager of MDKM.DZEN and Moscow Korean Book Club in ANO «MDKM». Bachelor of Cultural Studies since 2024. My research interests include fan, media and k-pop studies.

РАЗВИТИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УМЕНИЙ ОБУЧАЕМЫХ С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВЫХ РЕСУРСОВ ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Л.Б. Хегай

*Красноярский государственный педагогический университет
им. В.П. Астафьева, Красноярск, Россия, hegail@yandex.ru*

Обоснован методический прием развития исследовательских умений при обучении студентов педагогических специальностей созданию учебных курсов двойного назначения на платформе Moodle (Образовательная платформа КрЭШ – Красноярская электронная школа).

Цифровая трансформация образования определяет возможность создания новых подходов к развитию когнитивных способностей учащихся и студентов. Исследовательские умения становятся неотъемлемой частью подготовки специалистов, способных адаптироваться к динамичному рынку труда и решать современные профессио-

нальные задачи. В федеральных государственных образовательных стандартах высшего образования закреплены требования к подготовке студентов к решению задач профессиональной деятельности научно-исследовательского типа. Однако на практике часто наблюдается низкая мотивация студентов к исследовательской деятельности, недостаточный уровень готовности к самостоятельным исследованиям. Цифровые технологии могут интенсифицировать необходимую учебно-исследовательскую деятельность, расширить источники и практику приобретения новых знаний. В этой связи представляет интерес проблема развития исследовательских умений обучаемых с помощью цифровых ресурсов двойного назначения [1].

Цель настоящей работы – обосновать дидактический подход к формированию и развитию исследовательских умений будущих учителей информатики в процессе их предметно-методической подготовки с применением образовательной платформы КРЭШ (kes.kspu.ru).

В современном образовании происходит переход к смешанным и гибридным форматам обучения; интеграция цифровых технологий (технологий ИИ, средств визуализации, адаптивных систем, VR и др.) в учебный процесс; усиливается когнитивная и исследовательская направленность образовательного процесса; возрастает потребность в персонализации обучения, учёте психолого-когнитивных особенностей обучающихся [2].

Подобные тенденции требуют пересмотра традиционных подходов к проектированию учебных материалов, методов и форм обучения. Особую значимость приобретает разработка цифровых учебных ресурсов двойного назначения [1].

Исследовательские способности обучаемого связаны с определенными универсальными когнитивными операциями и ментальными моделями [2]. Молодые люди имеют способность к цифровой многозадачности, привыкли одновременно заниматься несколькими делами. В этой связи представляется целесообразным создавать средства и методы обучения, нацеленные на несколько задач. При этом в их разработку привлекать самих студентов по стратегии «учиться учить». Развитие предметно-методических знаний и исследовательских компетенций будущего учителя может происходить эффективно с применением образовательной платформы КрЭШ – Красноярской электронной школы. На этой платформе создан специальный раздел для проектирования, создания и апробации курсов двойного назначения. Разработки и исследования в этой «Педагогической мастерской» ведут студенты под руководством преподавателей в рамках предметных дисциплин, курсовых работ и ВКР.

Приведем ряд типичных примеров. Раздел «Модификации клеточных автоматов типа игры “Жизнь”» занимает особое место в структуре электронного курса по теории алгоритмов, поскольку сочетает фундаментальные теоретические идеи с высокой степенью визуальной наглядности и возможностями для исследовательской деятельности студентов (рис. 1).



Рис. 1. Фрагменты учебной темы двойного назначения «Клеточные автоматы»

Визуальная наглядность эволюции клеточных автоматов делает абстрактные вычислительные процессы доступными для непосредственного наблюдения, простота базовых правил «Игры “Жизнь”» не требует значительной математической подготовки для их понимания, что позволяет использовать данную тему в работе со школьниками различных возрастных групп. Возможность экспериментирования с различными начальными конфигурациями и правилами перехода создает основу для организации исследовательской деятельности обучающихся при моделировании биологических, физических, социальных процессов.

Раздел «Алгоритмы сортировки и поиска» занимает центральное место в прикладной части курса теории алгоритмов, поскольку рассматриваемые в нем алгоритмы составляют основу практически любого программного обеспечения обработки данных. С педагогической точки зрения изучение алгоритмов сортировки и поиска, путем визуализации, имеет исключительное значение для формирования культуры алгоритмического мышления будущих учителей информатики. Интерактивная визуализация служит не только средством изучения алгоритмов, но и дидактическим инструментом для обучения других и проведения исследований (рис. 2).

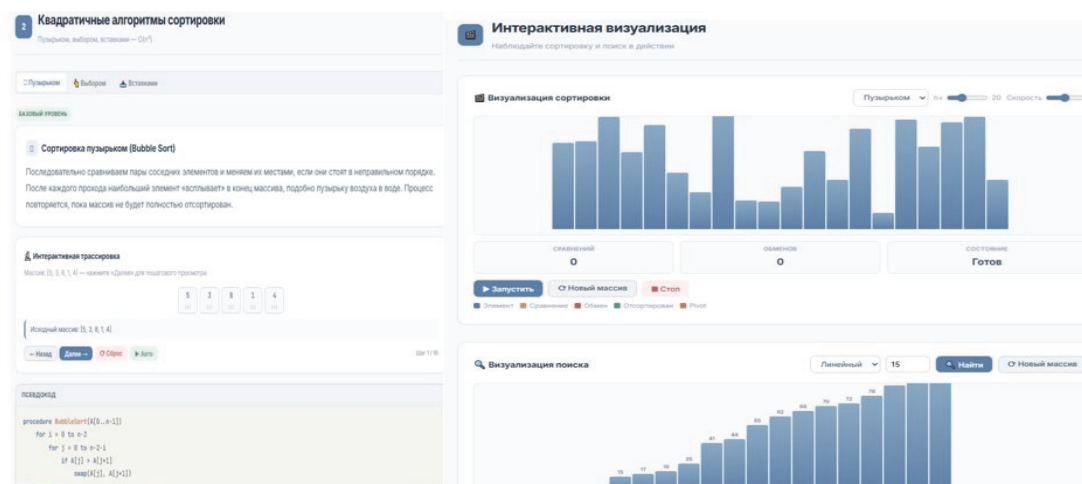


Рис. 2. Фрагменты учебного курса по теме «Сортировка и поиск»

Анализ работ студентов, наблюдения и предварительные диагностики когнитивных способностей показали принципиальную возможность формирования и развития их исследовательских умений студентов в процессе предметного обучения с использованием платформы КрЭШ.

Предложенный методический прием по выполнению заданий, связанных с обучением студентов созданию электронных курсов двойного назначения, обеспечивает освоение всех технологических этапов в реальной проектно-исследовательской деятельности в полном цикле.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда и Красноярского краевого фонда науки № 26-18-20116, <https://rscf.ru/project/26-18-20116/>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пак Н.И., Хегай Л.Б. Образовательные инструментальные сайты двойного назначения как средство развития исследовательских умений студентов. Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2025;Т. 22(4):448-460.
2. Пак Н.И. На пути к ментальной дидактике. XXIV International Conference on Science and Technology Russia-KoreaCIS. August 28–29. 2024. Moscow. Proceedings / Composite authors. Novosibirsk: NSTU Publisher; 2024: 263-267.

БИОГРАФИЯ

Я, Хегай Людмила Борисовна, работаю в области информационных технологий в образовании и специализируюсь на средствах и методах электронного обучения. Работаю доцентом кафедры информатики и информационных технологий Красно-

ярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева, г. Красноярск. Кандидат педагогических наук с 2000 года. Область моих научных интересов включает: теория и методика обучения информатике, разработка электронных средств обучения.

DEVELOPING STUDENTS' RESEARCH SKILLS USING DUAL-USE DIGITAL RESOURCES

L.B. Hegai

*Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk,
Russia, hegail@yandex.ru*

A methodological approach to developing research skills in teaching students of pedagogical specialties to create dual-use educational courses on the Moodle platform (Educational platform KreSh - Krasnoyarsk Electronic School) is substantiated.

Research skills are becoming an integral part of training specialists capable of adapting to the dynamic labor market and solving modern professional challenges.

The purpose of this paper is to substantiate a didactic approach to developing and nurturing the research skills of future computer science teachers during their subject-based and methodological training using the KRESH educational platform (kes.kspu.ru).

Current trends require a revision of traditional approaches to the design of educational materials, methods, and teaching formats. The development of dual-use digital educational resources is particularly important [1].

Developing the subject-based and methodological knowledge and research competencies of future teachers can be effectively accomplished using the KRESH educational platform – the Krasnoyarsk Electronic School. This platform has a dedicated section for designing, creating, and testing dual-use courses.

The proposed methodological approach for completing assignments related to teaching students to create dual-use electronic courses ensures the mastery of all technological stages in real-life project-based and research activities across the entire cycle.

The research was funded by a grant from the Russian Science Foundation and the Krasnoyarsk Regional Science Foundation No. 26-18-20116, <https://rscf.ru/project/26-18-20116/>

REFERENCE

1. Pak N.I., Khegay L.B. Dual-Purpose Educational Tool Websites as a Means of Developing Students' Research Skills. Bulletin of Peoples' Friendship University of Russia. Series: Informatization of Education. 2025; Vol. 22(4):448–460.

BIOGRAPHY

I, Hegay 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 am an assistant professor of the basic chair of informatics and information technologies in education of Krasnoyarsk State Pedagogical University after V.P. Astafyevin Krasnoyarsk. Candidate of Pedagogical Sciences since 2000. The area of my scientific interests includes: theory and methodology of teaching computer science, development of electronic teaching aids.

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРИОРИТЕТЫ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ
В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

И.С. Хван

*Дальневосточный институт управления – филиал РАНХиГС, Хабаровск, Россия,
iskhvan@mail.ru*

Проведен ретроспективный анализ пространственной политики Российской Федерации. Проанализированы особенности современной этапа развития пространственной политики и дана оценка ее роли, как направления государственной политики.

Пространственная политика государства⁷ в явном или неявном виде присутствует во всех странах. Это обусловлено тем фактом, что любое государство независимо от его административно-территориального устройства или модели управления состоит из набора регионов, которые априори имеют различия в уровне социально-экономического развития. Степень этих различий зависит от множества факторов: связанности экономического пространства, экономико-географического положения, набора природных ресурсов, развитости транспортной инфраструктуры, эффективности системы управления и т.д. Таким образом, проблемы пространственной дифференциации наблюдаются повсеместно. Региональная экономическая политика призвана решать эту проблему, так как ее основной целью является равномерное развитие государства в территориальном разрезе.

Важность пространственной политики для Российской Федерации бесспорна. Это связано с географическими размерами нашего государства, сложной, многоставной структурой территорий и наличием больших диспропорций в развитии между ними.

⁷ В данной работе понятия «Пространственная политика государства» и «Региональная экономическая политика» рассматриваются как синонимы.

В советское время в центре внимания региональной экономической политики государства было решение следующих задач:

- 1) соблюдение территориальных экономических пропорций;
- 2) формирование народнохозяйственных и территориально-производственных комплексов;
- 3) решение конкретных социально-экономических задач по союзным республикам и экономическим районам;
- 4) оптимальное территориальное разделение труда, повышение вклада каждой республики, каждого района в решение общегосударственных задач.

Основная цель региональной экономической политики государства формулировалась как – «размещение новых производств в регионах с оптимальными для них экономическими условиями» [1].

В начале 90-х годов XX века построение новой модели федерализма в Российской Федерации, а также возникшая экономическая конкуренция между регионами, вместо прежних налаженных интеграционных связей породила жесточайшую дифференциацию между регионами. В этот период основной целью региональной экономической политики нашего государства становится выравнивание уровней социально-экономического развития регионов, основным инструментом становятся межбюджетные отношения, «в лице» фонда финансовой поддержки регионам.

В 1996 г. вышел Указ Президента РФ № 803 «Об основных положениях региональной политики в Российской Федерации», в 2017 г. Указ № 13 «Об утверждении основ государственной политики регионального развития Российской Федерации на период до 2025 г.». Следует отметить, что Указ Президента № 13 от 2017 г. является важной вехой в развитии современной региональной политики государства. В данном документе появилось четкое, близкое к классическому определение государственной политики регионального развития, а также впервые, в рамках подобных документов, в числе региональных проблем, в качестве ключевой выделена проблема недостаточной инфраструктурной обеспеченности отдельных регионов, а также низкий уровень их экономической связанности. Все это свидетельствовало о более глубоком отражении научных основ региональной экономической политики в официальных документах [2].

В 2019 г. Правительство Российской Федерации утверждает Стратегию пространственного развития Российской Федерации до 2025 г. Документ носил принципиально новый характер, так как сочетал подходы стратегического и территориального планирования. Основные акценты в документы были сделаны на выявлении конкретных отраслевых приоритетов для каждого субъекта РФ, так называемых эффективных специализациях; более четкой привязки к инфраструктурным проектам, как инструменте сбалансированного регионального развития и развития геостратегических территорий для обеспечения территориальной целостности и безопасности государства⁸. Несмотря на серьезную критику Стратегии пространственного развития Российской

⁸ Распоряжение Правительства РФ от 13.02.2019 N 207-р (ред. от 30.09.2022) «Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года».

Федерации до 2025 г. за недостаточную проработку институциональных и экономических механизмов реализации, отсутствие чётких целевых показателей по многим направлениям, а также за неполное согласование с другими государственными программами, документ, по мнению автора, идеологически был лучшим документом, в череде документов в сфере региональной политики в истории современной России, так как носил четко выраженную логику работы с пространством и не диссонировал с теоретическими основами региональной экономической политики.

Основным документом регламентирующим пространственную политику Российской Федерации на современном этапе является Стратегия пространственного развития Российской Федерации до 2030 г. с перспективой до 2036. В Стратегии до 2030 года пространственное развитие стало рассматриваться как фактор достижения национальных целей страны. Цель документа сформулирована как формирование сбалансированной системы расселения и территориальной организации экономики, которая будет способствовать реализации национальных целей и обеспечению национальной безопасности. Это означает более тесную интеграцию пространственного развития в общую стратегию социально-экономического развития страны⁹.

Таблица 1

Сравнительный анализ Стратегии пространственного развития РФ до 2025 г. и Стратегии пространственного развития до 2030 г. с перспективой до 2036 г.

Критерий	Стратегия до 2025 года	Стратегия до 2030 года
Цель стратегии	Сокращение межрегиональных диспропорций и стимулирования экономического роста через развитие перспективных центров	Формирование сбалансированной системы расселения и территориальной организации экономики, которая будет способствовать реализации национальных целей и обеспечению национальной безопасности.
Модель развития	Поляризованная модель, опирающаяся на «перспективные центры экономического роста» (крупные городские агломерации)	Сбалансированная модель с акцентом на систему опорных населённых пунктов (ОНП). ОНП включают населённые пункты разного масштаба и специализации
Макрорегионы	Была предложена сетка макрорегионов, которая так и не нашла практического применения	Отказались от макрорегионов, сосредоточившись на приоритетных направлениях развития федеральных округов, Арктической зоны РФ, новых субъектов РФ и геостратегических территорий

⁹ Распоряжение Правительства РФ от 28.12.2024 N 4146-р «Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2036 года».

Окончание табл. 1

Критерий	Стратегия до 2025 года	Стратегия до 2030 года
Геостратегические территории	Включали все приграничные субъекты РФ	Теперь к ним относятся только муниципальные образования, примыкающие к границам недружественных стран. В перечень также вошли новые субъекты РФ, Северо-Кавказский и Дальневосточный федеральные округа, Республика Крым, Севастополь, Калининградская область
Отраслевые приоритеты	Акцент на промышленное производство в экономически активных агломерациях	Включены научно-технологические и информационно-коммуникационные аспекты, адаптация к изменениям климата

Источник: составлено автором.

Таким образом, анализ показал, что региональная политика России эволюционировала от решения задач территориальных экономических пропорций, в целях построения единого народнохозяйственного комплекса страны в советский период до современной модели сбалансированного пространственного развития. Качественный скачок в развитии региональной политики произошел в 2017 году с утверждением основ государственной политики регионального развития, где особое внимание было уделено инфраструктурной обеспеченности и экономической связанности регионов. Основным инструментом пространственной политики Российской Федерации с 2019 г. становится Стратегия пространственного развития, которая в новой версии 2025 г. сменила фокус от поляризационной модели с центрами экономического роста на построение сбалансированной системы с акцентом на опорные населенные пункты. При этом сбалансированное пространственное развитие страны теперь выступает не как самоцель, а как инструмент достижения национальных приоритетов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Некрасов Н.Н. Региональная экономика. Теория, проблемы и методы: монография. – 2-е изд. – М.: Экономика, 1978. – 344 с.
2. Хван И.С. Развитие институциональной среды региональной политики в Российской Федерации / И.С. Хван // Развитие экономики и менеджмента в современном мире : сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции, Воронеж, 11 декабря 2017 года. Том Выпуск IV. – Воронеж: Инновационный центр развития образования и науки, 2017. – С. 175–178. – EDN YRIRHE.

БИОГРАФИЯ

Я, Хван Инна Сукиловна, работаю в области высшего образования, специализируюсь на преподавании дисциплин: Региональное управление и территориальное планирование, Современные проблемы и механизмы региональной политики, Государственное регулирование экономических процессов. Работаю доцентом кафедры менеджмента и государственного управления ДВИУ – филиал РАНХиГС, г. Хабаровск. Кандидат экономических наук с 2003 г. Область моих научных интересов включает: теоретические основы пространственной политики государства; государственное регулирование развития Дальнего Востока России.

MODERN PRIORITIES OF SPATIAL POLITICS IN RUSSIAN FEDERATION

Inna Khvan

*Far-East Institute of Management, the Branch of RANEPA, Khabarovsk, Russia,
iskhvan@mail.ru*

Spatial policy exist in many countries, either explicitly or implicitly. It is conditioned by the fact that any country, regardless of its administrative-territorial structure and management model, consists of a set of regions, which have different level of social-economical development. The importance of spatial politics in Russia can hardly be underestimated, it is conditioned by the large geographical scale, complicated territorial structure and the noticeable disproportion in the level of development between the regions.

As any other country, in purpose to build the succesfull regional politics, Russia is always searching for a compromise between the policy of equalization and the poicy of polarized development. In soviet period emnpbasis was on the spatial-economical proportions and creation of the unified national economic complex. In the 90's the equalization of the regional level of development by using interbudgetary relations became a priority. Since 2019 a strategy of spatial development becomes the main tool of the spatial politics. The first version of the strategy had an emphasis on stimulating economic growth through the development of promising centers, the second version (developed in 2025) emphasized creating balanced system, especially in key localities. What is more, the balanced spatial policy of the country is no longer seen as a goal itself, but as a tool for achieving national priorities.

REFERENCE

1. Nekrasov N.N. (1978) Regional'naya ekonomika. Teoriya, problemy i metody [Regional economy. Theory, problems and methods]. 2nd ed. Moscow, Ekonomika Publ., 344 p.
2. Khvan I.S. (2017) Razvitiye institutsional'noy sredy regional'noy politiki v Rossiyskoy Federatsii [Development of the institutional environment of regional policy in the Russian Federation]. Razvitiye ekonomiki i menedzhmenta v sovremennom mire: sbornik nauchnykh trudov po itogam

mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Development of Economics and Management in the Modern World: collection of scientific papers based on the results of an international scientific and practical conference]. Voronezh, December 11, 2017. Vol. Issue IV. Voronezh, Innovation Center for the Development of Education and Science Publ., pp. 175–178. EDN YRIRHE.

BIOGRAPHY

I, Khvan Inna Sukilovna, work in the field of higher education, specializing in teaching disciplines: Regional management and territorial planning, State regulation of economic processes. I work as an associate professor of the Department of Management and Public Administration at the DVIU – RANEPa branch, Khabarovsk. PhD in Economics since 2003. My research interests include: theoretical foundations of spatial policy of the state; state regulation of the development of the Russian Far East.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Аксёнов С.В.	39	Ким К.Б.	107	Пак Н.И.	199
Ан Т.В.	144	Ким Л.Б.	33	Пак Т.В.	204
Апаликов В.О.	131	Ким М.Й.	177	Пан А.Э.	39
Апаликова И.Ю.	131	Ким Н.Е.	18, 112	Путятина А.Н.	33
Бабаева С.С.	121	Ким Н.О.	18, 112	Ри Э.Х.	107
Бакулин К.С.	11	Ким П.В.	117	Русских Г.С.	33
Богатыренко Е.А.	15, 45	Ким Р.В.	87	Свиныхова А.А.	126
Богданов А.В.	18	Киреева Д.	59	Сепп В.В.	11
Бочаров Г.А.	84	Климовский С.Н.	55	Синебрюхов С.Л.	103
Бочарева Е.В.	28	Клишевич Б.М.	93	Сподина А.В.	126
Бутина Е.К.	28	Кононенко Я.И.	103	Сухарев Ю.И.	131
Вахромеева К.	59	Круглов Д.С.	18	Тегай В.В.	45
Величко В.В.	18	Ли С.	59	Трубицын А.М.	138
Гаврилов М.М.	152	Ли Ю.В.	121	Тхай В.Д.	131
Гнеденков А.С.	103	Лим Т.	64	Федорченко Е.Д.	55
Гнеденков С.В.	103	Лузан В.М.	183	Фролова А.Д.	209
Горшкова А.А.	138	Макаренко И.Е.	107	Хам Н.Д.	138
Даниелян А.Г.	155	Марченко В.С.	103	Хван И.С.	219
Джин С.	80	Мин А.В.	68	Хегай Л.Б.	214
Драпкина О.М.	28	Мин В.Н.	72	Цой А.В.	204
Дункай Т.И.	15	Молчанова О.В.	28	Цой К.К.	51
Ким А.В.	15, 84	Муковозова Н.	59	Цой О.М.	98
Ким В.Г.	23	Мун А.	188	Цой П.А.	76
Ким Е.Д.	107	Мун Сенг Чун	194	Шугонцов Я.А.	121
Ким Ен Сун	161	Новиков А.А.	87	Ю С.О.	98
Ким И.А.	170	Номеровский А.Д.	103	Юдин Д.В.	55
Ким И.В.	28	Огай М.А.	11	Юнг Б.Н.	55
Ким И.К.	165	Пак А.Я.	126		

INDEX

An T.V.	149	Kim I.K.	169	Nomerovskii A.D.	106
Apalikov Vitaly	136	Kim I.V.	32	Novikov A.A.	91
Apalikova Inna	136	Kim K.B.	110	Ogai M.A.	14
Axyonov S.V.	43	Kim L.B.	37	Pak A.Ya.	130
Babaeva S.S.	125	Kim M.Y.	181	Pak N.I.	203
Bakulin K.S.	14	Kim N.E.	21	Pak T.V.	208
Bocharov G.A.	86	Kim N.O.	21	Pan A.E.	43
Bochkareva E.V.	32	Kim N.E.	115	Putyatina A.N.	37
Bogatyrenko E.A.	17, 47	Kim N.O.	115	Ri E.Kh.	110
Bogdanov A.V.	21	Kim P.V.	120	Russian G.S.	37
Butina E.K.	32	Kim R.V.	91	Sepp V.V.	14
Danielyan A.G.	159	Kim V.G.	27	Shugontsov Ya.A.	125
Drapkina O.M.	32	Kireeva D.	63	Sinebryukhov S.L.	106
Dunkai T.I.	17	Klishevich B.M.	96	Spodina A.V.	130
Frolova A.D.	213	Kononenko Ya.I.	106	Sucharev Yu.I.	136
Gavrilov M.M.	154	Kruglov D.S.	21	Svinukhova A.A.	130
Gnedenkov A.S.	106	Lee S.	63	Tegai V.V.	47
Gnedenkov S.V.	106	Li Yu.V.	125	Thay Valery	136
Gorshkova A.A.	142	Lim Taewoo	66	Trubicin A.M.	142
Hegai L.B.	218	Luzan V.M.	187	Tsoi A.V.	208
Iu S.O.	102	Makarenko I.E.	110	Tsoi O.M.	102
Jin Seungmin	83	Marchenko V.S.	106	Tsoi P.A.	78
Kham N.D.	142	Min A.V.	71	Tsoy K.K.	54
Khvan Inna	223	Molchanova O.V.	32	Vakhromeeva K.	63
Kim A.V.	17, 86	Mukovozova N.	63	Velichko V.V.	21
Kim E.D.	110	Mun A.	191		
Kim I.A.	174	Mun Seng Chun	197		

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

Москва, 16–18 июля 2026

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 10.07.2026. Формат 70 × 100 1/16. Бумага офсетная. Тираж 10 экз.
Уч.-изд. л. 18,38. Печ. л. 14,25. Изд. № 112. Заказ № 2014. Цена договорная

Отпечатано в типографии
Новосибирского государственного технического университета
630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20