

СОВЕТ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ КУЗБАССА
СОВЕТ РАБОТАЮЩЕЙ МОЛОДЕЖИ КУЗБАССА
КЕМЕРОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ КУЗБАССА
ДЕПАРТАМЕНТ МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ АДМИНИСТРАЦИИ ПРАВИТЕЛЬСТВА
КУЗБАССА
АО «УК «КУЗБАССРАЗРЕЗУГОЛЬ»

ХIII Инновационный конвент
«КУЗБАСС: ОБРАЗОВАНИЕ, НАУКА, ИННОВАЦИИ»,
посвященный 80-й годовщине Победы в Великой Отечественной войне
1941–1945 годов
(14 февраля 2025)

Часть 2
Секции 12–19

Сборник тезисов докладов

© Авторы научных статей, 2025
© Кемеровский государственный
университет, 2025
ISBN 978-5-8353-3346-2 (Часть 2)
ISBN 978-5-8353-3344-8

Об издании [1](#), [2](#), [3](#)

Кемерово 2025

ББК Ч214(2Рос-4Ке)73я431
УДК 378+001.1+005.591.6(571.17)
Т 67

*Издаётся по решению Научно-технического совета
Кемеровского государственного университета*

- Т 67 XIII Инновационный конвент «Кузбасс: образование, наука, инновации», посвященный 80-й годовщине победы в Великой Отечественной войне 1941–1945 годов: сборник тезисов докладов (14 февраля 2025): в 2 частях / ред. кол.: В. В. Кашталап [и др.]; Министерство науки, высшего образования и молодежной политики Кузбасса; Кемеровский государственный университет. – Электрон. дан. (объем 14,7 Мб). – Кемерово, 2025. – Часть 2: Секции 12–19. – 1 электрон. опт. диск. – Систем. требования: Intel Pentium (или аналогичный процессор других производителей), 1,2 ГГц; 512 Мб оперативной памяти; видеокарта SVGA, 1280x1024 High Color (32 bit); 15 Мб свободного дискового пространства; операц. система Windows XP и выше; Adobe Reader. – Загл. с титульного экрана. – Текст: электронный.
ISBN 978-5-8353-3346-2 (Часть 2)
ISBN 978-5-8353-3344-8

Сборник научных статей подготовлен на основе докладов участников XIII Инновационного конвента «Кузбасс: образование, наука, инновации». В 2025 году мероприятие было посвящено празднованию 80-летия Победы в Великой Отечественной войне. В северной и южной агломерациях работали тематические секции на площадках КемГУ, СибГИУ и ГАУДО «Сириус. Кузбасс». В работе приняли участие более 300 студентов, аспирантов, молодых ученых вузов, сотрудников научных организаций, экспертов, а также работающая молодежь промышленных предприятий Кузбасса и представители Донецкого государственного педагогического университета имени В. Шаталова.

Доклады были посвящены инновационным аспектам в области строительства, медицины, энергетики, пищевой промышленности, экологии, образования, культуры, биотехнологии и др. Издание может представлять интерес для студентов, аспирантов, преподавателей, научных и научно-технических работников.

*Ответственность за аутентичность и точность цитат, имен, названий и иных сведений,
а также за соблюдение законодательства об интеллектуальной собственности несут
авторы публикуемых материалов.*

*Все права защищены. Никакая часть данной
книги не может быть воспроизведена в какой бы то
ни было форме без письменного разрешения владельцев
авторских прав.*

ББК Ч214(2Рос-4Ке)73я431
УДК 378+001.1+005.591.6(571.17)

ISBN 978-5-8353-3346-2 (Часть 2)
ISBN 978-5-8353-3344-8

© Авторы научных статей, 2025
© Кемеровский государственный
университет, 2025

Редакционная коллегия:

Кашталап Василий Васильевич – д.м.н., профессор, заведующий отделом клинической кардиологии ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», лауреат Премии Кузбасса, председатель **Совета молодых ученых Кузбасса**;

Порохнов Андрей Николаевич – директор «Дома научных коллабораций им. П.А. Чихачева», ответственный куратор организации и проведения программы Конвента в Северной агломерации Кузбасса на базе ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет» в городе Кемерово, модератор научной секции: «Юные исследователи и изобретатели. Научно-исследовательские проекты учащихся старших классов»;

Чернавских Екатерина Евгеньевна – ведущий специалист управления научных исследований ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», ответственный куратор организации и проведения программы Конвента в Южной агломерации Кузбасса на базе ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет» в городе Новокузнецке;

Кононов Вячеслав Степанович – главный специалист ГАУ «Агентство развития общественных проектов и инициатив Кузбасса», г. Кемерово ответственный куратор реализации инициативы Совета молодых ученых Кузбасса: «Организации и проведения XIII Инновационного конвента «Кузбасс: образование, наука, инновации», посвященного 80-й годовщине Победы в Великой Отечественной войне 1941–1945 годов» от Министерства науки, высшего образования и молодежной политики Кузбасса;

Леухова Мария Геннадьевна – кандидат исторических наук, проректор по молодежной политике и общественным коммуникациям, заведующая кафедрой стратегии регионального и отраслевого развития ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет, Депутат Парламента Кузбасса, модератор секции: «Круглый стол: Развитие науки и техники в Кузбассе и Донбассе в период Великой Отечественной Войны»;

Носков Максим Алексеевич – аспирант ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», специалист по грантовой деятельности ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», член экспертного совета Общественной палаты Кемеровской области-Кузбасса, модератор секции: «Развитие грантового потенциала молодых ученых Кузбасса»;

Ефременкова Маргарита Витальевна – инженер лаборатории перспективных методов управления горнотехническими системами ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН», председатель совета молодых учёных институт угля, модератор научной секции: «Геотехнологии, энергетика, строительство, машиностроение и технотроника»;

Лосева Анна Ивановна – д.т.н., начальник управления научно-издательской деятельности ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», модератор научной секции: «Индустрия 4.0 технологических систем»;

Дмитриева Екатерина Валерьевна – к.т.н., начальник редакции технических журналов управления научно-издательской деятельности ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», модератор научной секции: «Инновации в пищевой биотехнологии»;

Карпова Ольга Сергеевна – к.э.н., доцент кафедры бухгалтерского учета, налогообложения и финансов, ученый секретарь диссертационного совета по научной специальности 5.2.3. – Региональная и отраслевая экономика, ответственный за руководство Отделом подготовки научных кадров ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», модератор научной секции: «Стратегические аспекты экономического развития. Предпринимательство: история, проблемы и решения»;

Газенаур Екатерина Геннадьевна – к.ф.-м.н., директор института фундаментальных наук ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», модератор научной секции: «Физико-химия процессов и материалов»;

Тулицын Александр Викторович – к.ф.-м.н., старший научный сотрудник института углехимии и химического материаловедения ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН», модератор научной секции: «Прикладная химия», «Химические технологии и углехимия»;

Ерофеева Татьяна Николаевна – педагог дополнительного образования ГАУ ДО КО «Региональный центр выявления, поддержки и развития способностей и талантов у детей и молодежи «Сириус. Кузбасс», модератор научной секции: «Юные исследователи и изобретатели. Практико-ориентированные проекты учащихся старших классов»;

Пузикова Алена Игоревна – научный сотрудник научно-инновационного управления ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный аграрный университет имени В.Н. Полежкова», модератор научной секции: «Наукоемкие технологии в сельском хозяйстве и экологии»;

Соболева Ольга Александровна – ведущий инженер-технолог лаборатории цитогенетики Института экологии человека ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН», модератор научной секции: «Здоровый человек в промышленном регионе: здоровье населения и новые медицинские технологии»;

Устимова Ольга Владимировна – старший преподаватель кафедры управления и экономики социально-культурной сферы, сотрудник научного управления ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный институт культуры», модератор научной секции: «Гуманитарные науки. Социально-гуманитарные технологии»;

Новоселова Екатерина Сергеевна – ведущий специалист отдела оценки, подготовки и развития персонала АО «УК «Кузбассразрезуголь», модератор областного конкурса на лучший инженерно-технический проект «Дни технологий»;

Адаменко Марина Михайловна – к.г.н. доцент кафедры геологии, геодезии и безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», модератор научной секции: «Геоэкология и изменение климата»;

Виригин Алексей Алексеевич – начальник информационно-аналитического отдела АО «ЕВРАЗ-ЗСМК», модератор научной секции: «Цифровизация в охране труда и промышленной безопасности»;

Фуражкин Кирилл Станиславович – студент колледжа, член совета молодых ученых ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», модератор научной секции: «Информационные технологии и автоматизированные системы»;

Шевченко Роман Алексеевич – к.т.н., доцент кафедры металлургии черных металлов и химической технологии ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», модератор научной секции: «Металлургические технологии, переработка отходов и рециклинг»;

Ленина Арина Александровна – ведущий инженер Центра компетенций в сфере бережливого производства ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», модератор научной секции: «Бережливые технологии в образовании, науке, производстве».

Ушаков Андрей Геннадьевич – канд. технических наук, доцент кафедры «Химические технологии твердого топлива», ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет им Т.Ф. Горбачева»;

Шабалдин Никита Андреевич – кандидат медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой детских хирургических болезней ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный медицинский университет», ответственный секретарь **Совета молодых ученых Кузбасса**;

Спирidonova Татьяна Александровна – специалист Центра сопровождения научных исследований, научно-исследовательского управления ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», главный редактор научного сборника XIII Инновационного конвента «Кузбасс: образование, наука, инновации», посвященного 80-й годовщине Победы в Великой Отечественной войне, 1941–1945 годов».

Текстовое электронное издание

Минимальные системные требования:

Компьютер: Intel Pentium (или аналогичный процессор других производителей), 1,2 ГГц; ОЗУ 512 Мб; 15 Мб на жестком диске; видеокарта SVGA, 1280x1024 High Color (32 bit); привод CD-ROM.

Операционная система: Windows XP и выше.

Программное обеспечение: Adobe Reader.

© Авторы научных статей, 2025

© Кемеровский государственный
университет, 2025

Расписание работы секций

14 февраля 2025 года

Северная агломерация Кузбасса

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово, ул. Красная, 6

- Секция № 1:** Круглый стол «Развитие науки и техники в Кузбассе и Донбассе в период Великой Отечественной Войны»
- Секции № 2:** «Развитие грантового потенциала молодых ученых Кузбасса»
- Секции № 3:** «Геотехнологии, энергетика, строительство, машиностроение и технотроника»
- Секция № 4:** «Индустрия 4.0 технологических систем»
- Секция № 5:** «Инновации в пищевой биотехнологии»
- Секции № 6:** «Стратегические аспекты экономического развития. Предпринимательство: история, проблемы и решения»
- Секции № 7:** «Физико-химия процессов и материалов»
- Секция № 8:** «Прикладная химия», «Химические технологии и углехимия»
- Секция № 9:** «Юные исследователи и изобретатели. Практико-ориентированные проекты учащихся старших классов»
- Секция № 10:** «Юные исследователи и изобретатели. Научно-исследовательские проекты учащихся старших классов»
- Секция № 11:** «Наукоемкие технологии в сельском хозяйстве и экологии»
- Секции № 12:** «Здоровый человек в промышленном регионе: здоровье населения и новые медицинские технологии»
- Секция № 13:** «Гуманитарные науки. Социально-гуманитарные технологии»

14 февраля 2025 года, город Кемерово,

АО «Кузбассразрезуголь», Пионерский бульвар, 4а

- Секция № 14:** Областной конкурс на лучший инженерно-технический проект «ДНИ ТЕХНОЛОГИЙ» (для работающей молодежи промышленных предприятий и организаций Кузбасса)

14 февраля 2025 года

Южная агломерация Кузбасса

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42

- Секция № 15:** «Геоэкология и изменение климата»
- Секция № 16:** «Цифровизация в охране труда и промышленной безопасности»
(для работающей молодежи промышленных предприятий и организаций Кузбасса)
- Секция № 17:** «Информационные технологии и автоматизированные системы»
- Секция № 18:** «Металлургические технологии, переработка отходов и рециклинг»
- Секция № 19:** «Бережливые технологии в образовании, науке, производстве»

Оглавление

СЕКЦИЯ 12. ЗДОРОВЫЙ ЧЕЛОВЕК В ПРОМЫШЛЕННОМ РЕГИОНЕ: ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ И НОВЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ	14
ТРАНСКАТЕТЕРНОЕ И ХИРУРГИЧЕСКОЕ РЕПРОТЕЗИРОВАНИЕ ТРИКУСПИДАЛЬНОГО КЛАПАНА: СЕРИЯ КЛИНИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ	15
<i>Азаров Никита Павлович, Кузьмина Ольга Константиновна</i>	15
ПРОТИВОГРИБКОВАЯ АКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ, НАКАПЛИВАЮЩИХ МОНОМЕРНЫЕ ФЛАВАН-3-ОЛЫ И ПРОАНТОЦИАНИДИНЫ, ИЗ КОЛЛЕКЦИИ «АПТЕКАРСКОГО ОГОРОДА»	18
<i>Баев Александр Александрович, Голиков Максим Леонидович, Вольф Владислав Витальевич</i>	18
ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНА APOE И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ЛИПИДНОГО ОБМЕНА И ЗДОРОВЬЯ ШАХТЕРОВ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ	21
<i>Борисова Ольга Игоревна</i>	21
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ЭКСПРЕССИЯ ГЕНОВ ИММУННОГО ОТВЕТА У ЖЕНЩИН, БОЛЬНЫХ РАКОМ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ	23
<i>Буслаев Владислав Юрьевич, Гавринёва Наталья Александровна</i>	23
ПРОТЕЗ СТОПЫ-ГОЛЕНОСТОПНОГО СУСТАВА	26
<i>Вольф Владислав Витальевич¹, Голиков Максим Леонидович¹, Лобода Лада Дмитриевна²</i>	26
ХРОМОСОМНЫЕ НАРУШЕНИЯ У ЖЕНЩИН С ДИАГНОСТИРОВАННЫМ РАКОМ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ, ПРОЖИВАЮЩИХ В КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ	30
<i>Гавринёва Наталья Александровна, Буслаев Владислав Юрьевич, Тимофеева Анна Александровна</i>	30
ВКЛАД ЛЕПТИНОРЕЗИСТЕНТНОСТИ В РАЗВИТИЕ РАННИХ И ОТДАЛЕННЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ У ПАЦИЕНТОВ С ИНФАРКТОМ МИОКАРДА	33
<i>Горбатовская Евгения Евгеньевна</i>	33
АССОЦИАЦИЯ rs2070874 ГЕНА IL-4 С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 1-ГО ТИПА И АУТОИММУННЫМИ ТИРЕОПАТИЯМИ	36
<i>Дзюба Екатерина Андреевна</i>	36
ВЛИЯНИЕ ВОЗРАСТА НА ЭКСПРЕССИЮ ЦЕРАМИД-МЕТАБОЛИЗИРУЮЩИХ ФЕРМЕНТОВ В ЖИРОВОЙ ТКАНИ ПАЦИЕНТОВ С ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА	39
<i>Долматова Софья Евгеньевна</i>	39
СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ РАЗЛИЧНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ОЖИРЕНИЯ У КАРДИОХИРУРГИЧЕСКИХ ПАЦИЕНТОВ С ПРИОБРЕТЕННЫМИ ПОРОКАМИ СЕРДЦА	42
<i>Дрень Елена Владимировна, Ляпина Ирина Николаевна, Барбараи Ольга Леонидовна</i>	42
АССОЦИАЦИЯ ПОЛИМОРФНОГО ВАРИАНТА RS965513 ГЕНА FOXE1 С РИСКОМ РАЗВИТИЯ ПАПИЛЛЯРНОГО РАКА ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ	44
<i>Казанцева Маргарита Евгеньевна</i>	44
ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ КАЛЬЦИФИКАТОВ И ЛИПИДНОГО ОТЛОЖЕНИЯ В СТВОРКАХ АОРТАЛЬНЫХ КЛАПАНОВ И АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКОГО ПОРАЖЕНИЯ АОРТ APOE^{-/-} МЫШЕЙ РАЗЛИЧНОГО ПОЛА И ВОЗРАСТА	48
<i>Канонькина Анастасия Юрьевна, Кондратьев Егор Андреевич, Тюрина Арина Евгеньевна, Морозова Александра Григорьевна, Шишкова Дарья Кирилловна, Кутихин Антон Геннадьевич</i>	48
ПОЛИМОРФИЗМ RS4073 ГЕНА IL-8 И ЕГО СВЯЗЬ С РАЗЛИЧНЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР)	50
<i>Ковалева Анастасия Павловна</i>	50
БИОЛОГИЧЕСКИЙ СОСУДИСТЫЙ ПРОТЕЗ С АНТИАНЕВРИЗМАТИЧЕСКИМ ПОЛИМЕРНЫМ ПОКРЫТИЕМ	52
<i>Колосеев Марина Сергеевна, Кривкина Евгения Олеговна, Сенокосова Евгения Андреевна, Антонова Лариса Валерьевна</i>	52
ДОКЛИНИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ПРОТЕИНОГЕННЫХ АМИНОКИСЛОТ С РАЗВЕТВЛЁННЫМ СТРОЕНИЕМ АЛИФАТИЧЕСКОЙ БОКОВОЙ ЦЕПИ В ОТНОШЕНИИ ПРОФИЛАКТИКИ АТЕРОСКЛЕРОЗА И ЛИПИДНОГО ПОРАЖЕНИЯ АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА У APOE^{-/-} МЫШЕЙ	54
<i>Кондратьев Егор Андреевич, Кутихин Антон Геннадьевич, Шишкова Дарья Кирилловна, Канонькина Анастасия Юрьевна, Тюрина Арина Евгеньевна</i>	54

РАЗРАБОТКА НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЁМОВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ УЛЬТРАСТРУКТУРНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЦЕЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ МЕТОДОМ СКАНИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ	57
<i>Кошелев Владислав Александрович, Кутихин Антон Геннадьевич</i>	57
ОЦЕНКА АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОДЕГРАДИРУЕМЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТРИКСОВ С КАТИОННЫМ АМФИФИЛОМ	60
<i>Кривкина Евгения Олеговна</i>	60
НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ПРИ АПРОБАЦИИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ МНОГОЗАДАЧНОГО ТРЕНИНГА КАРДИОХИРУРГИЧЕСКИХ ПАЦИЕНТОВ	62
<i>Куприянова Дарья Сергеевна, Тарасова Ирина Валерьевна, Трубникова Ольга Александровна, Кухарева Ирина Николаевна, Соснина Анастасия Сергеевна, Барбараши Ольга Леонидовна</i>	62
РАЗРАБОТКА И ОПТИМИЗАЦИЯ НАБОРА ДЛЯ КОЛОРИМЕТРИЧЕСКОГО ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ИОНИЗИРОВАННОГО КАЛЬЦИЯ: ЭКОНОМИЧНОЕ РЕШЕНИЕ В РАМКАХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ	64
<i>Лазебная Анастасия Ивановна</i>	64
ОЦЕНКА СВОЙСТВ ЭКСПЛАНТИРОВАННЫХ КСЕНОПЕРИКАРДИАЛЬНЫХ ЗАПЛАТ В ДЕТСКОЙ КАРДИОХИРУРГИИ	67
<i>Ляпин Антон Александрович</i>	67
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПОЛИАКРИЛАМИДНЫХ ГЕЛЕЙ С ВОЗРАСТАЮЩИМ ГРАДИЕНТОМ КОНЦЕНТРАЦИИ АКРИЛАМИДА С ПОМОЩЬЮ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ЗАЛИВОЧНОЙ СТАНЦИИ	68
<i>Маркова Виктория Евгеньевна, Степанов Александр Денисович, Кутихин Антон Геннадьевич</i>	68
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СЕРИЙНОГО ПОЛУЧЕНИЯ КУЛЬТУР ПЕРВИЧНЫХ ЭНДОТЕЛИАЛЬНЫХ КЛЕТОК ИЗ СОСУДОВ (БОЛЬШОЙ ПОДКОЖНОЙ ВЕНЫ, ВНУТРЕННЕЙ ГРУДНОЙ АРТЕРИИ И МИКРОСОСУДОВ), ПОЛУЧЕННЫХ У ПАЦИЕНТОВ С ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА	70
<i>Маркова Юлия Олеговна, Шишкова Дарья Кирилловна, Кутихин Антон Геннадьевич</i>	70
АССОЦИАЦИЯ СТЕПЕНИ МЕТИЛИРОВАНИЯ TP53 И ERCC2 С КОЛИЧЕСТВОМ КОПИЙ МИТОХОНДРИАЛЬНОЙ ДНК У РАБОТНИКОВ УГОЛЬНЫХ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ	73
<i>Марущак Анна Владимировна</i>	73
ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНА ERCC2 У ШАХТЕРОВ БОЛЬНЫХ РАКОМ ЛЕГКОГО	77
<i>Минин Артем Вячеславович, Марущак Анна Владимировна</i>	77
ВКЛАД МАТЕРИНСКИХ ГЕНОВ ИММУННОГО ОТВЕТА И МЕТАБОЛИЗМА КСЕНОБИОТИКОВ В ФОРМИРОВАНИЕ СЕПТАЛЬНЫХ ВРОЖДЕННЫХ ПОРОКОВ СЕРДЦА В ПОСЛЕДУЮЩЕМ ПОКОЛЕНИИ	80
<i>Павлова Екатерина Александровна, Ивачев Евгений Витальевич, Синицкая Анна Викторовна</i>	80
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ТРЕХМЕРНОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ И АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОЛУКОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА ГИСТОЛОГИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	83
<i>Степанов Александр Денисович, Шутков Артем Станиславович, Соболев Евгений Алексеевич</i>	83
РОЛЬ ГЕНА PTEN В РАЗВИТИИ ТРИЖДЫ-НЕГАТИВНОГО РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ У ЖИТЕЛЬНИЦ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ	85
<i>Сухачева Татьяна Алексеевна</i>	85
ЭФФЕКТЫ КОГНИТИВНОГО ТРЕНИНГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ДВОЙНЫХ ЗАДАЧ В ПРОФИЛАКТИКЕ РАННЕЙ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОЙ КОГНИТИВНОЙ ДИСФУНКЦИИ У ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ КОРОНАРНОГО ШУНТИРОВАНИЯ	88
<i>Темникова Татьяна Борисовна, Трубникова Ольга Александровна, Тарасова Ирина Валерьевна, Кухарева Ирина Николаевна, Сырова Ирина Даниловна, Соснина Анастасия Сергеевна, Куприянова Дарья Сергеевна, Барбараши Ольга Леонидовна</i>	88
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ENDOBOOST PLUS В НАРАЩИВАНИИ КЛЕТОЧНОЙ МАССЫ КОЛОНИЕФОРМИРУЮЩИХ КЛЕТОК	90
<i>Торгунакова Евгения Александровна, Матвеева Вера Геннадьевна, Шишкова Дарья Кирилловна, Кутихин Антон Геннадьевич</i>	90
АССОЦИАЦИЯ ПОЛИМОРФИЗМОВ ГЕНА IL-10 С АУТОИММУННЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ (обзор литературы)	94
<i>Турушева Анастасия Николаевна</i>	94
ДОКЛИНИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ЦИТРАТА МАГНИЯ В ОТНОШЕНИИ ПРОФИЛАКТИКИ АТЕРОСКЛЕРОЗА И ЛИПИДНОГО ПОРАЖЕНИЯ АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА У АРОЕ^{-/-} МЫШЕЙ	96
<i>Тюрина Арина Евгеньевна, Шишкова Дарья Кирилловна, Кутихин Антон Геннадьевич, Кондратьев Егор Андреевич, Канонькина Анастасия Юрьевна</i>	96

РОЛЬ ПРЕДОПЕРАЦИОННОЙ КОРОНАРОГРАФИИ В ОЦЕНКЕ РИСКА КАРДИАЛЬНЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ НЕКАРДИАЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЯХ	98
<i>Фёдорова Дарина Николаевна, Щеглова Анна Викторовна</i>	98
СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К РАННЕЙ ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С КОРОНАРНЫМ ШУНТИРОВАНИЕМ И СИНДРОМОМ СТАРЧЕСКОЙ АСТЕНИИ	101
<i>Черенева Луиза Алимовна, Аргунова Юлия Александровна</i>	101
ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗРАБОТАННОГО СТЕНТ-ГРАФТА С БИОДЕГРАДИРУЕМЫМ ПОЛИМЕРНЫМ ПОКРЫТИЕМ ДЛЯ ЗАКРЫТИЯ ДЕФЕКТА СТЕНКИ АРТЕРИИ НА МОДЕЛИ КРУПНОГО ЛАБОРАТОРНОГО ЖИВОТНОГО	103
<i>Шабаетв Амин Рашитович, Канонькина Анастасия Юрьевна, Сенокосова Евгения Андреевна, Кудрявцева Юлия Александровна</i>	103
СЕКЦИЯ 13. ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ. СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	106
ХАРАКТЕРИСТИКА МЕМОРИАЛЬНЫХ ДОСОК, ПОСВЯЩЕННЫХ ВОЕННОЙ ИСТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ Г. КЕМЕРОВО)	107
<i>Аблова Елизавета Евгеньевна</i>	107
ПРОЕКТ ОНЛАЙН-КАТАЛОГА «СВЕТЛЫЙ ОБРАЗ» ПО СОХРАНЕНИЮ МОНУМЕНТАЛЬНОЙ ЖИВОПИСИ РУССКОЙ ПРАВОСЛАВНОЙ ЦЕРКВИ	111
<i>Анциферова Полина Алексеевна</i>	111
ПОЛУЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ КАК ФОРМИРОВАНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА	113
<i>Бородин Данил Александрович</i>	113
ЮНГИАНСКИЕ АРХЕТИПЫ В ПЯТИКНИЖИИ Ф.М. ДОСТОЕВСКОГО	117
<i>Букина Елизавета Константиновна</i>	117
ОСОБЕННОСТИ ТУРИСТИЧЕСКОГО МАРШРУТА НА ТЕМУ «ХРАМ СВ. ПРАВ. ИОАННА КРОНШТАДТСКОГО»	118
<i>Воронова Анастасия Константиновна</i>	118
ПРОЕКТ «НРАВСТВЕННО-ДУХОВНОЕ ВОСПИТАНИЕ МОЛОДЕЖИ ПОСРЕДСТВОМ ЛИРИКИ В. ВЫСОЦКОГО»	121
<i>Гуликовский Кирилл Олегович</i>	121
РАЗВИТИЕ ЖАНРА «КАБАРЕ» В РОССИИ: ОТ ИСТОКОВ К СОВРЕМЕННОСТИ	123
<i>Казаков Данил Денисович</i>	123
КУЛЬТУРНАЯ ИДЕНТИЧНОСТЬ В РАЗВИТИИ ЦЕННОСТНЫХ ОРИЕНТИРОВ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ	131
<i>Иванова Ирина Петровна</i>	131
ЦВЕТОВЫЕ СОЧЕТАНИЯ И СИМВОЛИКА ЦВЕТА В КНИЖНЫХ ИЛЛЮСТРАЦИЯХ	134
<i>Ковезюк Мария Александровна</i>	134
ЦЕРКОВНАЯ ДЕРЕВЯННАЯ СКУЛЬПТУРА В МУЗЕЙНЫХ СОБРАНИЯХ СИБИРИ	137
<i>Корнева Виктория Алексеевна</i>	137
ВЛИЯНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ НА ТВОРЧЕСКИЕ ПРОФЕССИИ	140
<i>Костикова Екатерина Игоревна</i>	140
ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ ВИРТУАЛЬНЫХ ЭКСКУРСИЙ В ГОРОДСКИХ УЧРЕЖДЕНИЯХ КУЛЬТУРЫ	144
<i>Лазарева Диана Владимировна</i>	144
ОЦЕНКА СЛОЖНОСТИ, ПОНЯТНОСТИ И ПЕРЕВОДИМОСТИ РУССКОГО ТЕКСТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ОБРАТНОГО МАШИННОГО ПЕРЕВОДА (ЧАСТЬ 3)	155
<i>Мельникова Виктория Сергеевна</i>	155
НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ПРОЕКТ ПО ПРОДВИЖЕНИЮ ОБРАЗА АЛЕКСАНДРА НЕВСКОГО В ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОМ ИСКУССТВЕ	159
<i>Мотовилова Юлия Алексеевна</i>	159
ПОЛОЖЕНИЕ О КОНКУРСЕ КАК ЖАНР ДОКУМЕНТНОГО ДИСКУРСА: СТРУКТУРНО-ЯЗЫКОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ	161
<i>Петрова Валерия Сергеевна</i>	161
ИНЖЕНЕРНАЯ МЫСЛЬ ДОНБАССА НА СЛУЖБЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (1943-1945 гг.)	164
<i>Пуговкина Наталия Александровна</i>	164
ОБРАЗОВАНИЕ КАК ОБЩЕЧЕЛОВЕЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ, СОЦИОКУЛЬТУРНЫЙ ФЕНОМЕН И ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС	166
<i>Рожкова Юлия Павловна</i>	166

РЕАЛИЗАЦИЯ ПОЛИТИКИ ВСЕОБЩЕГО ОБУЧЕНИЯ В ШКОЛАХ ГОРОДА КЕМЕРОВО В ГОДЫ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ	168
<i>Сереежечкина Анастасия Алексеевна</i>	168
ЛИЧНЫЙ БЛОГ-ДНЕВНИК КАК МАТЕРИАЛ ДЛЯ РЕЧЕВОГО ПОРТРЕТИРОВАНИЯ: МЕТОДИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ	170
<i>Славинская Елизавета Сергеевна</i>	170
ПРОЕКТ «РАЗРАБОТКА СОБЫТИЙНОГО МЕРЧА В УЧРЕЖДЕНИИ КУЛЬТУРЫ»	172
<i>Сурова Татьяна Алексеевна</i>	172
РАЗРАБОТКА И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ БЭКГРАУНДЕРА В PR-ПРОСТРАНСТВЕ МЕДИА	174
<i>Тельманова Елизавета Алексеевна</i>	174
«EVENT GENIUS» – AI-ПОМОЩНИК ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ МЕРОПРИЯТИЙ	176
<i>Трубникова Алина Дмитриевна</i>	176
ТЕХНОЛОГИИ РАБОТЫ С МАРГИНАЛЬНЫМИ ГРУППАМИ: РЕАБИЛИТАЦИЯ ИЛИ ИЗОЛЯЦИЯ	178
<i>Фольмер Демид Эдуардович</i>	178
«КУЛЬТУРА ОТМЕНЫ» РОССИЙСКОГО КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ: ПРОБЛЕМА МЕЖДУНАРОДНОГО ПРАВА ИЛИ ПУТЬ К КУЛЬТУРНОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ?	181
<i>Чижикова Кристина Олеговна</i>	181
СИСТЕМА ОБРАЗОВАНИЯ ДОНБАССА В ГОДЫ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ	184
<i>Шатохина Марина Валериевна</i>	184
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА ВЫПУСКНИКОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ, ПРОФИЛЬ «ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА», И УСЛОВИЯ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ	186
<i>Якимов Василий Александрович, аспирант</i>	186
СЕКЦИЯ 14. ОБЛАСТНОЙ КОНКУРС НА ЛУЧШИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ «ДНИ ТЕХНОЛОГИЙ»	188
РЕГРЕССИОННАЯ МОДЕЛЬ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ КОМПРЕССОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ С УЧЕТОМ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ	189
<i>Кисельников Андрей Андреевич, Семенов Андрей Дмитриевич, Шкуц Никита Вадимович</i>	189
ФОРМИРОВАНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПОДГОТОВКИ И ОТРАБОТКИ ЗАПАСОВ УГЛЯ В РАЗЛИЧНЫХ ОСЛОЖНЯЮЩИХ УСЛОВИЯХ ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ	192
<i>Кравченко Иван Александрович</i>	192
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ НЕЙРОСЕТЕВАЯ СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ УЛУЧШЕНИЯ ВХОДНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ	195
<i>Красновский Даниил Сергеевич, Негров Юрий Викторович</i>	195
ПРОЕКТ УСТАНОВКИ ГАЗИФИКАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ НЕФТЕСОРБЕНТОВ	198
<i>Шурдова Анастасия Евгеньевна</i>	198
СЕКЦИЯ 15. ГЕОЭКОЛОГИЯ И ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА	201
ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ДЗЗ ДЛЯ МОНИТОРИНГА РАЗВИТИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО И ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПРИ ПОМОЩИ ВЕГЕТАЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ	202
<i>Баранов Альберт</i>	202
ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ГОРОДА НОВОКУЗНЕЦКА ВЫБРОСАМИ МЕТАНА ОТ УГОЛЬНЫХ ШАХТ	206
<i>Беляев Кирилл Вадимович, Запольский Андрей Сергеевич</i>	206
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ УГОЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИСАДОК КАТАЛИЗИРУЮЩЕГО И МОДИФИЦИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ	211
<i>Беляев Кирилл Вадимович</i>	211
БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИТОТОКСИЧНОСТИ ОТХОДОВ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ	214
<i>Ванюгин Илья Витальевич, Миронова Татьяна Анатольевна</i>	214
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОГО ТЕПЛА УХОДЯЩИХ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЛУБОКОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ	219
<i>Вишняк Виталий Викторович, Щеголев Евгений Константинович</i>	219
ВЛИЯНИЕ ОБОГАЩЕННЫХ МОЛОДЫХ ПОЧВ (ТЕХНОЗЕМОВ) ПИТАТЕЛЬНЫМ РАСТВОРОМ НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕЯНЦЕВ ЕЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ	224
<i>Жарких Елизавета Александровна</i>	224

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРОДА НОВОКУЗНЕЦКА НА КАЧЕСТВО ВОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕКИ ТОМЬ	229
<i>Удовицкий Вадим Александрович</i>	229
ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ НА ТЭЦ И ВВЕДЕНИЕ ПОНЯТИЯ УГЛЕРОДОЕМКОСТИ	236
<i>Щеголев Евгений Константинович, Вишняк Виталий Викторович</i>	236
СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ВЫБРОСОВ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИЕЙ	241
<i>Юркова Наталья Андреевна</i>	241
СЕКЦИЯ 16. ЦИФРОВИЗАЦИЯ В ОХРАНЕ ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	244
ПРАКТИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА В ОТ, ПБ И ГОЧС	245
<i>Кочуганов Иван Григорьевич</i>	245
ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ ОХРАНЕ ТРУДА В КОМПАНИИ «Т2»	249
<i>Назарова Екатерина Андреевна</i>	249
ЭФФЕКТИВНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ОБУЧЕНИИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ОХРАНЕ ТРУДА НА ПРИМЕРЕ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ	251
<i>Спицын Михаил Алексеевич</i>	251
СЕКЦИЯ 17. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ	254
ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕЛЕГРАМ-БОТА ДЛЯ ПАРСИНГА В ИНТЕРНЕТЕ	255
<i>Афанасьева Алина Александровна</i>	255
РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ СПРАВОЧНИКА ПО ИГРАМ	258
<i>Батурина Валерия Витальевна, Чудоимова Екатерина Александровна, Ненашева Кристина Сергеевна</i>	258
МОДУЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА НА ОСНОВЕ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ПО ЗАЩИТЕ ИНФОРМАЦИИ С СИСТЕМОЙ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ	261
<i>Гатауллин Булат Ильнурович, Гатауллин Булат Ильнурович, Хаерова Эндже Ильдаровна</i>	261
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ РОЕВОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ОСНОВЕ КОМПОЗИЦИИ КЛЕТОЧНОГО АВТОМАТА	264
<i>Глухов Андрей Андреевич</i>	264
РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ КАТАЛОГИЗИРОВАНИЯ СТУДЕНЧЕСКИХ ОБЩЕСТВ СИБГИУ	268
<i>Дорохов Леонид Игоревич, Есаревская Александра Михайловна</i>	268
ОСОБЕННОСТИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ	272
<i>Жмуровский Константин Васильевич</i>	272
АВТОМАТИЗАЦИЯ ГУМУСОПОННОГО ВАЗОНА С ВОЗМОЖНОСТЬЮ УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ	274
<i>Ковальчук Ксения Викторовна</i>	274
РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДВИЖЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПО ТЕРРИТОРИИ УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ С ПОМОЩЬЮ КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ	279
<i>Кротченко Екатерина Александровна, Федотова Валерия Александровна</i>	279
СИСТЕМА КООРДИНАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СЕРВИСОВ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ: РАЗРАБОТКА ДАШБОРДА	284
<i>Кудрявцев Данил Сергеевич</i>	284
ИНТЕРАКТИВНАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ ЗАКАЗА И МОДЕЛИРОВАНИЯ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ	289
<i>Курасов Василий Алексеевич, Саковский Данила Романович</i>	289
ОПТИМИЗАЦИЯ БИБЛИОТЕЧНЫХ ПРОЦЕССОВ С ПОМОЩЬЮ СОВРЕМЕННЫХ ПЛАТФОРМ УПРАВЛЕНИЯ	294
<i>Курдова Кристина Андреевна</i>	294
АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ ДТП	298
<i>Лапицкий Виталий Дмитриевич</i>	298
ЭФФЕКТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЗАДАЧАМИ В СОВРЕМЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ: РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ	302
<i>Ларин Никита Маратович</i>	302

ЦИФРОВОЙ ПОМОЩНИК АРБИТРАЖНОГО УПРАВЛЯЮЩЕГО ДЕЛАМИ О БАНКРОТСТВЕ	308
<i>Макарова Дарья Александровна, Савинцев Артем Сергеевич</i>	308
ПРОГРАММА РАСЧЕТА ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ СИСТЕМЫ Cu-Li С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОЛОГИИ CALPHAD	312
<i>Мамедов Илькин Вахид оглы, Кирчева Алина Сергеевна, Сеченов Павел Александрович</i>	312
ПРИМЕНЕНИЕ TELEGRAM-БОТА В АВТОМАТИЗАЦИИ ГИДРОПОННЫХ УСТАНОВОК	317
<i>Немков А.А., Маслов Д.Б.</i>	317
РАЗРАБОТКА СБОРНИКА МОБИЛЬНЫХ ИГР ДЛЯ РАЗВИТИЯ ПАМЯТИ И ЛОГИКИ	319
<i>Ненашева Кристина Сергеевна, Батурина Валерия Витальевна, Чудоимова Екатерина Александровна</i>	319
НЕЙРОМОДЕЛЬ GPT: ОБРАБОТКА ЗАПРОСОВ И ГЕНЕРАЦИЯ ОТВЕТОВ	323
<i>Никитин Александр Александрович, Пимонов Александр Григорьевич</i>	323
РАЗРАБОТКА ВЕБ-СЕРВИСА ДЛЯ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА «ДЕВАЙС-ПРАЙС»	326
<i>Пазуценко Егор Илларионович, Донских Денис Андреевич</i>	326
ПРОГРАММНЫЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СОСТАВЛЕНИЯ ПРОЕКТНО-СМЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ	330
<i>Сидоров Олег Дмитриевич, Минченко Максим Викторович</i>	330
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ В ЗАДАЧАХ СОСТАВЛЕНИЯ SQL-ЗАПРОСОВ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ	334
<i>Федоров Сергей Олегович, Великий Владимир Александрович</i>	334
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ	338
<i>Хаймин Александр Владиславович, Вершинин Максим Владимирович</i>	338
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОНЛАЙН ЗАКАЗОВ	342
<i>Чудоимова Екатерина Александровна, Ненашева Кристина Сергеевна, Батурина Валерия Витальевна</i>	342
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ КОРПОРАТИВНЫХ РАССЫЛОК КОМПАНИИ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОЧТЫ И МЕССЕНДЖЕРА TELEGRAM	345
<i>Шеикулов Павел Михайлович</i>	345
СЕКЦИЯ 18. МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ И РЕЦИКЛИНГ	348
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИЗНОСОСТОЙКОГО ПОКРЫТИЯ, ПОЛУЧЕННОГО ПУТЕМ ДУГОВОЙ НАПЛАВКИ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ СИСТЕМЫ C-W-CR-SI-V	349
<i>Альжеев Владимир Максимович, Дробышев Владислав Константинович</i>	349
ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ, ПОЛУЧЕННОЙ МЕТОДОМ ТЕРМИЧЕСКОГО РАСТВОРЕНИЯ УГЛЯ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОКСА	352
<i>Ветошкина Ирина Сергеевна</i>	352
АТОМНЫЕ МЕХАНИЗМЫ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ЖЕЛЕЗА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПИКΟΣЕКУНДНЫХ ЛАЗЕРНЫХ ИМПУЛЬСОВ	354
<i>Гостевская Анастасия Николаевна</i>	354
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАРОЖДЕНИЯ НАНОРАЗМЕРНЫХ ЧАСТИЦ Al_3Sc В АЛЮМИНИЙ СКАНДИЕВОМ СПЛАВЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО	357
<i>Долгов Данил Игоревич, Чинов Вячеслав Юрьевич, Арышенский Евгений Владимирович, Сарычев Владимир Дмитриевич</i>	357
ПРИМЕНЕНИЕ АЛЮМОТЕРМИЧЕСКОГО ШЛАКА ФЕРРОВНАДИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА В СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ: АНАЛИЗ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ОПТИМИЗАЦИЯ ШЛАКООБРАЗУЮЩИХ СИСТЕМ	362
<i>Долгополов Александр Евгеньевич, Фейлер Дарья Тимуровна, Шевченко Роман Алексеевич, Романенко Юлия Евгеньевна</i>	362
МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И МИКРОСТРУКТУРА СПЛАВОВ СИСТЕМЫ CoCrZrMnNi	366
<i>Дробышев Владислав Константинович</i>	366
СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ СТОЙКОСТИ ФУТЕРОВОК РАЗЛИВОЧНЫХ КОВШЕЙ В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА АО «КУЗНЕЦКИЕ ФЕРРОСПЛАВЫ»	368
<i>Запольский Андрей Сергеевич</i>	368
МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИФфуЗНОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ АУСТЕНИТА В ЭВТЕКТОИДНЫХ СТАЛЯХ МЕТОДОМ ФАЗОВОГО ПОЛЯ	373
<i>Ким Семён Олегович, Шакаров Тимур Умиржонович, Федотова Валерия Александровна, Арышенский Евгений Владимирович</i>	373
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛИБДЕНОВЫХ РУД	378
<i>Комарова Анна Валерьевна, Хамов Максим Александрович, Марьенко Илья Константинович</i>	378

ПОСТРОЕНИЕ ЭПИЮР КОНТАКТНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКЕ ПОЛОС ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ НА ПЯТИКЛЕТЬЕВОМ СТАНЕ НЕПРЕРЫВНОЙ ПРОКАТКИ С УЧЕТОМ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЙ ТРЕНИЯ	383
<i>Латушкин Илья Анатольевич, Суздальцев Егор Алексеевич, Яшин Василий Владимирович</i>	383
АНАЛИЗ ОПЫТА МОДЕРНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОЛИЗЁРОВ С-2 (3) АО «РУСАЛ НОВОКУЗНЕЦК»	385
<i>Марьенко Илья Константинович, Говриленко Денис Алексеевич, Хамов Максим Александрович</i>	385
ВОССТАНОВЛЕНИЕ МАРГАНЦА В СВАРНОМ СОЕДИНЕНИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФЛЮСА, ИЗГОТОВЛЕННОГО ИЗ ШЛАКА ПРОИЗВОДСТВА СИЛИКОМАРГАНЦА	389
<i>Михно Алексей Романович</i>	389
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗОНЫ ТЕРМИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ В СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ РЕЛЬСОВ ИЗ СТАЛИ МАРКИ 76ХФ	391
<i>Наумченко Диана Михайловна, Шевченко София Алексеевна, Шевченко Виктория Витальевна, Шевченко Анфиса, Шевченко Роман Алексеевич, Точиев Тамерлан Тимурович</i>	391
ВЛИЯНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ НА РАЗМЕР ЗЕРНА В СПЛАВАХ ГРУППЫ АЛТЭК	395
<i>Полегешко Сергей Анатольевич, Левагина Алина Александровна, Коновалов Сергей Валерьевич, д.т.н.</i>	395
ИЗМЕНЕНИЕ УСТАЛОСТНОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ СВИНЦА МАРКИ С2 В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНДУКЦИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В ПРОЦЕССЕ РАЗРУШЕНИЯ	397
<i>Серебрякова Анна Александровна, Шляров Виталий Владиславович, Аксенова Кристина Владимировна, Загуляев Дмитрий Валерьевич</i>	397
ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ БИОХИМИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД	399
<i>Сутягина Анастасия Александровна</i>	399
РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОГО ДВОЙНИКА УЧАСТКА ВЫПЛАВКИ СТАЛИ В КИСЛОРОДНОМ КОНВЕРТЕРЕ	401
<i>Точиев Тамерлан Тимурович, Шевченко София Алексеевна, Шевченко Виктория Витальевна, Шевченко Анфиса Алексеевна, Шевченко Роман Алексеевич, Наумченко Диана Михайловна</i>	401
ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ЦИНКСОДЕРЖАЩИХ ПЫЛЕЙ И ШЛАМОВ	404
<i>Хамов Максим Александрович, Коряковцева Олеся Валерьевна, Марьенко Илья Константинович, Григорьев Алексей Юрьевич</i>	404
РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПРЕССА ДЛЯ БРИКЕТИРОВАНИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА	407
<i>Хомутинников Владимир Анатольевич, Фейлер Дарья Тимуровна, Шевченко Роман Алексеевич, Долгополов Александр Евгеньевич</i>	407
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕКСТУРНОЙ ЭВОЛЮЦИИ ПРИ ФОРМООБРАЗОВАНИИ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ	410
<i>Шакаров Тимур Умиржонович, Клепов Денис Николаевич, Ким Семен Олегович</i>	410
ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПРОМЕЖУТОЧНОМ КОВШЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ РАФИНИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ	412
<i>Шевченко Анфиса Алексеевна, Шевченко София Алексеевна, Шевченко Виктория Витальевна, Лопатина Ангелина Олеговна, Сафонов Сергей Олегович, Наумченко Диана Михайловна, Точиев Тамерлан Тимурович</i>	412
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ УЧАСТКА ВЫПЛАВКИ СТАЛИ В КИСЛОРОДНО КОНВЕРТЕРНОМ ЦЕХЕ №2 АО "ЕВРАЗ ЗСМК"	416
<i>Шевченко София Алексеевна, Шевченко Анфиса Алексеевна, Казанков Степан Андреевич, Шевченко Виктория Витальевна, Наумченко Диана Михайловна, Точиев Тамерлан Тимурович, Сафонов Сергей Олегович, Лопатина Ангелина Олеговна</i>	416
ВОЗМОЖНЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИ ЧИСТОГО ТИТАНА ВТ1-0 В ПОСТОЯННОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ	421
<i>Шляров Виталий Владиславович</i>	421
СТРУКТУРА ПОВЕРХНОСТИ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ AL-SI, МОДИФИЦИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСНЫМ МЕТОДОМ	425
<i>Шлярова Юлия Андреевна</i>	425
ТЕРМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ СОСРFEMNNI: СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ТЕРМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА (ДТА)	429
<i>Шуберт Анна Владиславовна</i>	429

СЕКЦИЯ 19. БЕРЕЖЛИВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ, ПРОИЗВОДСТВЕ	432
БЕРЕЖЛИВОЕ УПРАВЛЕНИЕ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ: ПОДХОДЫ И ВНЕДРЕНИЕ РЕШЕНИЙ	433
<i>Беспалов Максим Романович, Пономарева Кира Валерьевна, Тагильцев-Галета Константин Валерьевич, Швеиц Станислав Сергеевич</i>	433
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	438
<i>Близнюк Татьяна Борисовна, Плотникова Инна Васильевна</i>	438
ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА В ЗДРАВООХРАНЕНИИ	441
<i>Ерохина Екатерина Сергеевна, Плотникова Инна Васильевна</i>	441
ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПОВ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ В ОБРАЗОВАНИИ	444
<i>Матвиенко Михаил Владимирович, Гайворонская Ксения Николаевна, Рунпель Катерина Алексеевна</i>	444
ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ВИД БЕРЕЖЛИВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ	447
<i>Опарина Светлана Андреевна</i>	447
УПРАВЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯМИ ПРИ ВНЕДРЕНИИ БЕРЕЖЛИВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ: ПРЕОДОЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ И МОТИВАЦИЯ ПЕРСОНАЛА	449
<i>Пономаренко Диана Дмитриевна</i>	449
РЕАЛИЗАЦИЯ ИНСТРУМЕНТОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В ВИДЕ ЦИФРОВОГО ПОДСКАЗЧИКА	452
<i>Попов Андрей Сергеевич, Михайленко Ирина Александровна</i>	452
УПРАВЛЕНИЕ КОМПЕТЕНТНОСТЬЮ И ЗНАНИЯМИ В ОБЛАСТИ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА	455
<i>Попова Дарья Андреевна</i>	455
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ВЫДАЧИ ПИСЬМЕННОЙ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ В ОБСЛУЖИВАНИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ПОЧТОВОЙ СВЯЗИ	459
<i>Ротару Алесь Семеновна, Плотникова Инна Васильевна</i>	459
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ И РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬЮ ПРОЦЕССОВ	462
<i>Стародубов Денис Сергеевич</i>	462
РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЙ МЕТОД МОДИФИКАЦИИ СТРУКТУРНО-ФАЗОВОГО СОСТАВА КОМПОЗИТНЫХ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ СЕРЕБРА ПРИ ПОМОЩИ ЭЛЕКТРОННО-ПУЧКОВОЙ ОБРАБОТКИ	466
<i>Филяков Артем Дмитриевич, Романов Денис Анатольевич, Почетуа Василий Витальевич, Вацук Екатерина Степановна</i>	466
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ БЫСТРОРЕЖУЩЕГО ПОКРЫТИЯ, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ НАПЛАВКИ	470
<i>Черепанова Галина Игоревна, Гостевская Анастасия Николаевна, Громов Виктор Евгеньевич, Романов Денис Анатольевич</i>	470

**СЕКЦИЯ 12. ЗДОРОВЫЙ ЧЕЛОВЕК В ПРОМЫШЛЕННОМ РЕГИОНЕ:
ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ И НОВЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

ТРАНСКАТЕТЕРНОЕ И ХИРУРГИЧЕСКОЕ РЕПРОТЕЗИРОВАНИЕ ТРИКУСПИДАЛЬНОГО КЛАПАНА: СЕРИЯ КЛИНИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

*Азаров Никита Павлович,
Кузьмина Ольга Константиновна*

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний»

Научный руководитель: Тарасов Роман Сергеевич, д.м.н.

az.oo2000@mail.ru

Аннотация. На сегодняшний день дисфункция биологического клапана в трикуспидальной позиции является высоколетальной клапанной патологией, поддающейся нескольким хирургическим методам лечения. Методикой копи-пар были определены различия между транскатетерным и открытым репротезированием трикуспидального клапана в госпитальный период нахождения пациентов. Транскатетерное репротезирование показало ряд определенных преимуществ над открытым методом. Требуется продолжение исследования для более точных результатов.

Ключевые слова: дисфункция биопротеза, транскатетерное и хирургическое репротезирование трикуспидального клапана

TRANSCATHETER AND SURGICAL TRICUSPID VALVE REPROSTHETICS: A SERIES OF CLINICAL OBSERVATIONS

Azarov N.P., Kuzmina O.K., Federal State Budgetary Institution "Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases"

Tarasov R.S. MD, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases

Abstract. To date, the dysfunction of the biological valve in the tricuspid position is a highly lethal valvular pathology amenable to several surgical methods of treatment. The differences between transcatheter and open tricuspid valve prosthetics during the hospital stay of patients were determined using the copi-pair technique. Transcatheter prosthetics has shown a number of definite advantages over the open method. Further research is required for more accurate results.

Keywords: bioprosthesis dysfunction, transcatheter and surgical tricuspid valve prosthetics

Заболевание трикуспидального клапана (ТК) зачастую являются недооцениваемой клинической проблемой, связанной со значительной заболеваемостью и смертностью [1]. Дисфункция биологических протезов (БП) в трикуспидальной позиции – это высоколетальная клапанная патология, характеризующаяся постепенно прогрессирующей дегенерацией его тканей [2]. В связи с бурным развитием интервенционной медицины в последние годы транскатетерная имплантация клапана-в-клапан быстро стала перспективной миниинвазивной альтернативой открытым хирургическим вмешательствам, ассоциированным с высоким риском периоперационных осложнений [3, 4].

Цель: провести сравнение госпитальных результатов шести случаев повторного протезирования ТК открытым и эндоваскулярным методами.

Материалы и методы. В исследование включены пациенты, которым в Научно-исследовательском институте комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний (НИИ КПССЗ, г. Кемерово) было выполнено репротезирование ТК эндоваскулярным (n=3) и открытым (n=3) методами, отобранные по принципу построения копи-пар с учетом гендерно-возрастных характеристик, а также типа дисфункции биопротеза клапана сердца.

В связи с малой выборкой пациентов (n=6) для наглядности демонстрации и сравнения данных каждому из них в таблицах присвоен порядковый номер: номера с 1 по 3 относятся к группе транскатетерного репротезирования (1 группа), номера с 4 по 6 - открытого репротезирования (2 группа).

В обеих группах преобладали лица мужского пола, в возрасте 30-70 лет. У всех пациентов повторные операции проводились по поводу дисфункции по стенотическому типу. При этом лица из группы открытого репротезирования были исходно более высокого функционального класса ХСН по NYHA. Степень хирургического риска по шкале STS была сопоставима и не превышала 2,5%. Клинико-демографическая характеристика пациентов представлена в таблице:

Показатель	Номер пациента					
	1	2	3	4	5	6
Тип протезирования ТК	Транскатетерное			Открытое		
Пол, мужчины	0	1	1	0	1	1
Возраст, лет	60	52	31	58	68	33
Гемодинамический тип дисфункции ТК	стеноз	стеноз	стеноз	стеноз	стеноз	стеноз
ФК ХСН по NYHA	II	II	II	IV	III	II
Степень хирургического риска по шкале, %	2,21	0,71	0,68	1,91	1,81	1,06

Пациентам проводилось стандартное общеклиническое обследование с оценкой клинического статуса, а также трансторакальная эхокардиография в дооперационном и послеоперационном периодах. Конечными точками исследования были такие неблагоприятные кардиоваскулярные события, как смерть, инфаркт миокарда (ИМ), острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК), любые повторные незапланированные вмешательства на биопротезе в трикуспидальной позиции, трансплантация сердца.

Результаты. Эндоваскулярные вмешательства на ТК (пациенты 1-3), априори являясь более щадящими, выполнялись под местной анестезией, через пункционный бедренный доступ, с имплантацией баллон-расширяемого БП Myval 29-32 типоразмера, с объемом кровопотери, не превышающим 100 мл, что определяло крайне непродолжительное время нахождения пациентов в отделении реанимации (1-2 суток). Интраоперационных осложнений не было, в периоперационном периоде у пациента № 2 отмечались нарушения ритма (впервые возникшее трепетание предсердий), у пациента № 3 – явления гипертермии.

Репротезирование ТК открытым способом проводилось под общей анестезией, в условиях ИК, через срединную стернотомию, с имплантацией БП «Юнилайн» 30-32 типоразмера, с сопутствующим протезированием МК (в двух случаях из трех), с объемом кровопотери 500-1000 мл, в связи с чем выполнялись гемотрансфузии эритроцитарной массы, свежезамороженной плазмы и тромбоцитарного концентрата. Это определило кратно превышающие сроки нахождения в реанимации (13-15 суток) и общую длительность госпитализации (18-38 суток). Интраоперационных осложнений не было, в периоперационном периоде у пациента № 5 – правосторонний гидроторакс, у пациента № 6 – острая сердечная недостаточность, у пациента № 4 – сепсис, полиорганная недостаточность и правосторонний гидроторакс. По результатам анализа пациентов на себя обращает внимание отличие в объеме кровопотери, наличие гемотрансфузий, тяжесть послеоперационных осложнений, сроки госпитального периода. Периоперационные характеристики представлены в таблице:

Показатель	Номер пациента					
	1	2	3	4	5	6
Вид анестезии:						
местная	1	1	1	-	-	-
общая	-	-	-	1	1	1
Хирургический доступ:						
пункционный бедренный	1	1	1	-	-	-
срединная стернотомия	-	-	-	1	1	1
Операционные характеристики:						
время ИК, мин	-	-	-	127	140	85
время окклюзии аорты, мин				95	109	55
Модель протеза:						
Myval	1	1	1	-	-	-
Юнилайн	-	-	-	1	1	1
Размер протеза, мм	32	32	29	30	32	30
Сопутствующее протезирование МК	-	-	-	1	1	-
Интраоперационные осложнения	-	-	-	-	-	-
Объем кровопотери, мл	100	10	50	500	1000	500
Проводимые гемотрансфузии:						
эритроцитарная масса	-	-	-	1	1	-
свежезамороженная плазма	-	-	-	1	1	-
тромбоцитарный концентрат	-	-	-	-	1	-
Длительность пребывания в отделении реанимации, сут	2	2	1	13	15	13
Общая длительность госпитального периода,	11	11	10	18	38	23

сут						
Послеоперационные осложнения:						
впервые возникшее ТП	-	1	-	-	-	-
гипертермия	-	-	1	-	-	-
СПОН	-	-	-	1	-	-
острая сердечная недостаточность	-	-	-	-	-	1
гидроторакс	-	-	-	1	1	-
сепсис	-	-	-	1	-	-

В госпитальном периоде летальных осложнений, а также реопераций по поводу дисфункций БП ТК не было. Из нелетальных осложнений отмечено развитие транзиторной ишемической атаки в группе открытых вмешательств (пациент № 4).

Анализируя эхокардиографические показатели, определенные у пациентов в дооперационном и послеоперационном периодах, можно сделать вывод, что изменения функциональных показателей, присутствующие в дооперационном периоде, достигают нормы почти во всех случаях.

Заключение. У пациентов с дисфункцией БП в трикуспидальной позиции оба метода репротезирования (транскатетерный и открытый) продемонстрировали удовлетворительные результаты в виде отсутствия значимых неблагоприятных кардиоваскулярных событий. В то же время, группа транскатетерного репротезирования имела ряд преимуществ перед кардиохирургической операцией в виду ее меньшей инвазивности, а значит, и объема кровопотери и гемотрансфузии, отсутствия таких осложнений, как синдром полиорганной недостаточности, сепсис, гидроторакс. Преимущества транскатетерного метода отразились и на продолжительности госпитального периода. Однако, учитывая весьма ограниченную выборку, требуется продолжение исследования с увеличением группы наблюдения и оценкой отдаленных результатов.

Список источников:

- Davidson LJ, Tang GHL, Ho EC, Fudim M, Frisoli T, Camaj A, Bowers MT, Masri SC, Atluri P, Chikwe J, Mason PJ, Kovacic JC, Dangas GD; American Heart Association Interventional Committee of the Council on Clinical Cardiology; Council on Cardiopulmonary, Critical Care, Perioperative and Resuscitation; Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia; and Council on Cardiovascular and Stroke Nursing. The Tricuspid Valve: A Review of Pathology, Imaging, and Current Treatment Options: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*. 2024 May 28;149(22):e1223-e1238. doi: 10.1161/CIR.0000000000001232.
- Zwischenberger BA, Milano C, Haney J, Gaca JG, Schroder J, Carr K, Glower DD. Durability of porcine and pericardial prostheses in tricuspid valve replacement. *JTCVS Open*. 2024 Jun 29;21:78-87. doi: 10.1016/j.xjon.2024.06.017. PMID: 39534330; PMCID: PMC11551303.
- Sanon S, Cabalka AK, Babaliaros V, Rihal C, Gafoor S, Webb J, Latib A. Transcatheter Tricuspid Valve-in-Valve and Valve-in-Ring Implantation for Degenerated Surgical Prosthesis. *JACC Cardiovasc Interv*. 2019 Aug 12;12(15):1403-1412. doi: 10.1016/j.jcin.2019.05.029. Epub 2019 Jul 17. PMID: 31326424.
- Capretti G, Urena M, Bouleti C, Himbert D. Transcatheter tricuspid valve-in-valve replacement: Making it simpler. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2020 Jan;95(1):65-67. doi: 10.1002/ccd.28170. Epub 2019 Feb 27. PMID: 30811746.

ПРОТИВОГРИБКОВАЯ АКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ, НАКАПЛИВАЮЩИХ МОНОМЕРНЫЕ ФЛАВАН-3-ОЛЫ И ПРОАНТОЦИАНИДИНЫ, ИЗ КОЛЛЕКЦИИ «АПТЕКАРСКОГО ОГОРОДА»

Баев Александр Александрович,

Голиков Максим Леонидович, Вольф Владислав Витальевич

Кемеровский государственный медицинский университет

Научный руководитель: Мальцева Елена Михайловна, к. фарм.н., Кемеровский государственный медицинский университет, Егорова Ирина Николаевна, к.б.н., ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН»

baev-s@mail.ru

Аннотация. Получены сухие экстракты из водно-ацетоновых извлечений подземной части 12 растений, накапливающих мономерные флаван-3-олы и проантоцианидины, из коллекции «Аптекарского огорода» Кузбасского ботанического сада. Оценивалась чувствительность музейного штамма *Candida albicans* ATCC к полученным экстрактам в режиме скрининга *in vitro*. Выбрано 9 перспективных растений с потенциальной противокандидозной активностью для дальнейшего изучения их влияния на клинические штаммы *Candida spp.*

Ключевые слова: *Candida albicans*, противогрибковая активность, дубильные вещества, флаван-3-олы, проантоцианидины.

ANTIFUNGAL ACTIVITY OF PLANTS ACCUMULATING MONOMERIC FLAVAN-3-OLS AND PROANTHOCYANIDINS, FROM THE COLLECTION OF THE «APTEKARSKY GARDEN»

Baev A.A., Golikov M.L., Wolf V.V., Kemerovo State Medical University

Maltseva E.M., Candidate of Pharmacological Sciences, Kemerovo State Medical University,

Egorova I.N., Candidate of Biological Sciences, Federal Research Centre of Coal and Coal Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

Abstract: Dry extracts were obtained from water-acetone extracts from the underground part of 12 plants accumulating monomeric flavan-3-ols and proanthocyanidins from the collection of the Aptekarsky Garden of the Kuzbass Botanical Garden. The sensitivity of the *Candida albicans* ATCC museum strain to the obtained extracts was evaluated in the *in vitro* screening mode. 9 promising plants with potential candidiasis activity were selected for further study of their effect on clinical strains of *Candida spp.*

Keywords: *Candida albicans*, antifungal activity, tannins, flavan-3-ols, proanthocyanidins.

Candida albicans является комменсальным колонизатором кожи, слизистых оболочек и желудочно-кишечного тракта здоровых людей, однако у людей с ослабленным иммунитетом может вызывать местные и системные инвазивные грибковые инфекции. Проблема усугубляется увеличением количества резистентных штаммов и снижением эффективности противогрибковой терапии известными лекарственными препаратами. Рост устойчивости к противогрибковым препаратам, увеличение числа пожилых пациентов, постоянное появление клинически агрессивных штаммов и снижение чувствительности к существующим противогрибковым препаратам приводят к распространению грибковых инфекции, что требует поиска более эффективных методов лечения. Новая тенденция в разработке современных эффективных противогрибковых препаратов заключается в воздействии на механизмы вирулентности *Candida albicans*, как для профилактики, так и для лечения местных и системных инфекций [1–3]. Анализ отечественной и зарубежной научной литературы показывает, что биологически активные соединения (БАС) растительного происхождения являются перспективными противогрибковыми средствами в отношении устойчивого к лекарственным препаратам условно-патогенного микроорганизма *Candida albicans*, препятствуя механизмам его вирулентности. Особое значение имеют БАС фенольного характера, в том числе флавоноиды, дубильные вещества гидролизующего и конденсированного типа, эллаготанины и др. [4].

В коллекции «Аптекарского огорода» лаборатории рекультивации и бимониторинга Кузбасского ботанического сада Федерального исследовательского центра угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук (КузБС ФИЦ УУХ СО РАН, г. Кемерово) успешно выращиваются виды лекарственных растений, накапливающие группу конденсированных дубильных веществ, или проантоцианидинов и их мономерных единиц – флаван-3-олов и широко используемые в официальной и народной медицине [9, 10]. Данная группа БАС является одной из важнейших при поиске новых

противогрибковых соединений, в том числе пригодных для дальнейшей модификации и созданию синергетических комбинаций с известными противогрибковыми препаратами [5, 6].

Цель настоящего исследования – скрининг противогрибковой активности *in vitro* водно-ацетоновых экстрактов подземных органов 12 растений, накапливающих мономерные флаван-3-олы и проантоцианидины, из коллекции «Аптекарского огорода» лаборатории рекультивации и биомониторинга КузБС ФИЦ УУХ СО РАН, в отношении музейного штамма *Candida albicans* ATCC, для выявления потенциальных противокандидозных средств.

Материалы и методы. Объектом исследования служили сухие экстракты, полученные из 70% водно-ацетоновых извлечений подземных органов 12 растений (родиола розовая, кровохлебка лекарственная, кровохлебка тонколистная, кипрей узколистый, лапчатка прямая, лапчатка прямостоячая, горец змеиный, ревень пищевой, ревень лекарственный, ревень алтайский, щавель пищевой, бадан толстолистный). Сырьё собирали в летне-осенний период полевого сезона 2023 г. на территории «Аптекарского огорода» лаборатории рекультивации и биомониторинга КузБС ФИЦ УУХ СО РАН. Сырьё сушили воздушно-теньевым способом, измельчали до размера частиц, проходящих сквозь сито с диаметром 0,3 мм. Извлечения получали методом мацерации (1:10), отгоняли органический растворитель при 40 °С на роторном испарителе IKA RV8 (Германия) и сушили в сушильном шкафу при температуре 45 °С. Полученные сухие экстракты представляли собой порошки коричневого цвета с влажностью 3,8-4,3%. Фитохимические исследования для подтверждения накопления мономерных флаван-3-олов и проантоцианидинов проводились согласно описанной методики [12, 14]. Оценку чувствительности музейного штамма *Candida albicans* ATCC проводили в бактериологической лаборатории Кузбасского кардиоцентра в соответствии с клиническими рекомендациями «Определение чувствительности микроорганизмов к антимикробным препаратам» версия 2018-03.

Результаты и обсуждение. На основании проведённого фитохимического анализа установлено, что все 12 сухих экстрактов содержали в своем составе мономерные флаван-3-олы (катехин, эпикатехин, эпикатехингаллат, эпигаллокатехингаллат), олигомерные и полимерные формы проантоцианидинов. Все экстракты давали положительную реакцию кислотного гидролиза с образованием окрашенных в малиново-красный цвет продуктов. Экстракт родиолы содержал редкую группу конденсированных танинов – протектины. Помимо этой группы БАС, экстракты содержали свободную галловую кислоту и гидролизующие танины (кровохлебка лекарственная и тонколистная, бадан толстолистный, кипрей узколистый, лапчатка прямая и прямостоячая, горец змеиный), фенилпропаноиды (родиола розовая) и антрахиноны (ревень лекарственный, пищевой и алтайский).

Скрининг чувствительности музейного штамма *Candida albicans* ATCC к исследуемым экстрактам выявил девять, которые в значительной степени подавляют рост данного грибка. Установлено, что из видов ревеня противогрибковую активность продемонстрировали только ревень пищевой (гибридная форма) и ревень лекарственный. Экстракт кровохлебки тонколистной не проявляет активности в отношении *Candida albicans*, тогда как кровохлебка лекарственная задерживает развитие грибка. Это вероятно связано как с качественным, так и количественным составом фенольных соединений, в том числе содержанием мономерных флаван-3-олов и проантоцианидинов [7, 8, 14].

Антимикробный и противогрибковый потенциал различных видов лапчаток связан с накоплением БАС из группы полифенолов. Ранее нами установлено [11], что лапчатка прямая, интродуцированная на территории Кузбасса содержит в 1,5-2 раза больше веществ фенольного характера, чем лапчатка прямая, выращенная в европейской части России. В настоящем исследовании установлено, что оба вида лапчаток – прямая и прямостоячая – подавляют рост музейного штамма *Candida albicans* ATCC. Для лапчатки прямостоячей и лапчатки прямой известны исследования, описывающие противогрибковую активность водных и водно-спиртовых экстрактов надземной и подземной части, противогрибковая активность водно-ацетоновых экстрактов данных видов описана впервые.

Экстракт из корневищ бадана толстолистного [13] не продемонстрировал противокандидозный эффект, на фоне явного антибактериального эффекта в отношении штаммов *Staphylococcus aureus* ATCC25923, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC27853 и *Proteus vulgaris* ATCC6380.

Известен противомикробный потенциал обогащенного проантоцианидинами экстракта подземных органов щавеля пищевого в отношении парадонтопатогенных бактерий. В настоящем исследовании показана перспективная противокандидозная активность водно-ацетонового экстракта щавеля пищевого, что может быть эффективным для лечения кандидоза полости рта.

Корневища горца змеиного, накапливающие до 25% дубильных веществ конденсированного и гидролизующего типа, применяются в медицине в качестве противовоспалительного и вяжущего средства при инфекционных заболеваниях желудочно-кишечного тракта, при воспалительных процессах ротовой полости, при гинекологических заболеваниях. Обнаруженный противокандидозный эффект водно-ацетоновых экстрактов корневищ горца змеиного расширит возможности применения данного вида.

Спиртовые экстракты родиолы розовой используются в качестве адаптогенного средства при повышенной утомляемости и пониженной работоспособности. Специальные исследования противогрибкового потенциала продельфинидинов родиолы розовой не проводились. Водно-ацетоновый экстракт корневищ с корнями родиолы розовой показал в настоящем исследовании высокий противокандидозный потенциал.

Впервые нами установлена антикандидозная активность водно-ацетоновых экстрактов подземных органов кипрея узколистного в отношении музейного штамма *Candida albicans* ATCC. Мы связываем данную активность с преимущественным накоплением мономерных флаван-3-олов и проантоцианидинов в корневищах данного растения [12].

Заключение. В результате проведенного скрининга противогрибковой активности 12 растений из коллекции «Аптекарского огорода» лаборатории рекультивации и биомониторинга КузБС ФИЦ УУХ СО РАН в отношении музейного штамма *Candida albicans* ATCC выявлено 9 перспективных растений, использование которых может служить основой для разработки эффективных терапевтических средств для лечения кандидоза, вызванного *Candida albicans*.

Работа выполнена при поддержке студенческого гранта КемГМУ «Разработка синергетической комбинации противогрибковых препаратов производных азолов с флаван-3-олами и олигомерными проантоцианидинами кровохлёбки лекарственной (Sanguisorba officinalis L.) для преодоления лекарственной устойчивости Candida albicans».

Список источников:

1. Aldholmi M., Marchand P., Ourliac-Garnier I., Le Pape P., Ganesan A. A Decade of Antifungal Leads from Natural Products: 2010–2019. *Pharmaceuticals*. 2019; 12:182. doi: 10.3390/ph12040182.
2. Guevara-Lora I, Bras G, Karkowska-Kuleta J, González-González M, Ceballos K, Sidlo W, Rapala-Kozik M. Plant-Derived Substances in the Fight Against Infections Caused by Candida Species. *Int J Mol Sci*. 2020 Aug 25;21(17):6131. doi: 10.3390/ijms21176131.
3. Jensen R.H., Astvad K.M.T., Silva L.V., Sanglard D., Jørgensen R., Nielsen K.F., Mathiasen E.G., Doroudian G., Perlin D.S., Arendrup M.C. Stepwise emergence of azole, echinocandin and amphotericin B multidrug resistance in vivo in *Candida albicans* orchestrated by multiple genetic alterations. *J. Antimicrob. Chemother.* 2015;70:2551–2555. doi: 10.1093/jac/dkv140
4. Mengjiao Lu, Tao Li, Jianjian Wan, Xiuyun Li, Lei Yuan, Shujuan Sun, Antifungal effects of phytocompounds on *Candida* species alone and in combination with fluconazole, *International Journal of Antimicrobial Agents*, Volume 49, Issue 2, 2017, Pages 125–136,
5. Moraes RC, Carvalho AR, Lana AJ, Kaiser S, Pippi B, Fuentefria AM, Ortega GG. In vitro synergism of a water insoluble fraction of *Uncaria tomentosa* combined with fluconazole and terbinafine against resistant non-*Candida albicans* isolates. *Pharm Biol.* 2017 Dec;55(1):406–415. doi: 10.1080/13880209.2016.1242631.
6. Saracino I.M., Foschi C., Pavoni M., Spigarelli R., Valerii M.C., Spisni E. Antifungal Activity of Natural Compounds vs. *Candida* spp.: A Mixture of Cinnamaldehyde and Eugenol Shows Promising In Vitro Results. *Antibiotics*. 2022;11:73. doi: 10.3390/antibiotics11010073
7. Антимикробная и антирадикальная активность сухих экстрактов травы *Sanguisorba officinalis* L. Егорова Н.О., Мальцева Е.М., Егорова И.Н., Егорова О.Н., Серикова Н.Б. *Современные проблемы науки и образования*. 2018. №3. С. 14.
8. Антимикробная активность сухого экстракта корневищ с корнями кровохлёбки лекарственной / Мальцева Е.М., Егорова Н.О., Егорова И.Н., Зенина Н.А., Иванова О.А. В сборнике: Пути и формы совершенствования фармацевтического образования. Актуальные вопросы разработки и исследования новых лекарственных средств. Материалы 7-й Международной научно-методической конференции "Фармобразование-2018". Воронежский государственный университет; Под общей редакцией А.С. Беленовой, А.А. Гудковой. 2018. С. 508–512.
9. Загурская Ю.В., Егорова И.Н. Оценка перспективности выращивания лекарственных растений в Кузбасском ботаническом саду / *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2015. № 12 (134). С. 61–67.
10. Егорова И.Н. «Аптекарский огород» Кузбасского ботанического сада. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы фармацевтической науки и практики. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию фармацевтического факультета КемГМУ. 2019. С. 323–327.
11. Изучение состава полифенольного комплекса лапчатки прямой (*Potentilla recta*), интродуцированной в Кузбасском ботаническом саду / Рахмиджанова Ю.А., Мальцева Е.М., Егорова И.Н. В сборнике: Неделя науки - 2021. Материалы Международного молодежного форума. 2021. С. 445–446.
12. Изучение профиля проантоцианидинов в траве и корневищах кипрея узколистного (*Epilobium angustifolium* L.) / Мальцев М.Д., Мальцева Е.М., Егорова И.Н. В сборнике: Хроматография в химии, медицине и биологии: актуальные вопросы, достижения и инновации. материалы I Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора П. В. Кузнецова. Кемерово, 2021. С. 164–168.
13. Оценка качества сырья бадана толстолистного при интродукции в Кузбасском ботаническом саду / Егорова И.Н., Мальцева Е.М., Большаков В.В. *Медико-фармацевтический журнал Пульс*. 2020. Т. 22. № 8. С. 70–74.
14. Сравнительный анализ профиля флаван-3-олов и олигомерных проантоцианидинов в корневищах с корнями кровохлёбки лекарственной и тонколистной методом ТСХ с денситометрией / Егорова Н.О., Егорова И.Н., Мальцева Е.М., Сухих А.С. В сборнике: Хроматография в химии, медицине и биологии: актуальные вопросы, достижения и инновации. материалы I Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора П. В. Кузнецова. Кемерово, 2021. С. 152–156.

ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНА APOE И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ЛИПИДНОГО ОБМЕНА И ЗДОРОВЬЯ ШАХТЕРОВ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Борисова Ольга Игоревна

Кемеровский государственный университет

Научный руководитель: Минина Варвара Ивановна, д.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН»

okami.borisova@yandex.ru

Аннотация. Липиды входят в состав многих структур нашего организма (клеточная мембрана, жировая ткань и т. д.) и могут быть связаны с развитием различных заболеваний. Их содержание в организме зависит как от питания, так и от генетических особенностей. В данной работе были изучены варианты гена *APOE* у 87 работников угольной шахты, для которых ранее была показана склонность к развитию ожирения и отклонениям липидного профиля. Обсуждаются заболевания, риск развития которых повышен у обладателей определенных генотипов.

Ключевые слова: липиды, *APOE*, холестерин, ожирение.

APOE GENE POLYMORPHISM AND ITS IMPORTANCE FOR LIPID METABOLISM AND HEALTH OF MINERS IN KEMEROVO REGION

Borisova O.I., Kemerovo State University

Minina V. I., Grand PhD in Biological Sciences, Kemerovo State University, Federal Research Centre of Coal and Coal Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

Abstract. Lipids are part of many structures of our body (cell membrane, adipose tissue, etc.) and can be associated with the development of various diseases. Their content in the body depends on both nutrition and genetic characteristics. In this work, we studied the variants of the *APOE* gene in 87 coal mine workers, for whom a tendency to obesity and lipid profile abnormalities had previously been shown. Diseases with an increased risk of developing in people with certain genotypes are discussed.

Keywords: lipids, *APOE*, cholesterol, obesity.

Сохранение здоровья шахтеров является одной из важнейших задач здравоохранения Кузбасса. Тяжелые для здоровья условия шахтерского труда предъявляют высокие требования к обеспечению благополучия средовых параметров. Важным регулируемым средовым параметром является качественное, обеспечивающее эффективный метаболизм, питание. Тем не менее, эпидемиологические исследования, проведенные в группах шахтеров, свидетельствуют о распространенности нарушений пищевого поведения, метаболических нарушений, накоплении избыточной массы тела, аномалий липидного профиля.

Липиды – это гидрофобные вещества биологического происхождения, плохо растворимые в воде и хорошо растворимые в органических растворителях. У человека липиды составляют 10-12% от массы тела, большая их часть служит энергетическим резервом и сосредоточена в жировой ткани. Меньшая часть (около 15%) играет роль в построении различных структур организмов (например, клеточной мембраны).

Липиды попадают в организм преимущественно с жирами растительного и животного происхождения. Попадая в желудочно-кишечный тракт, жиры сначала эмульгируются под воздействием желчных кислот и их солей, а затем гидролизуются панкреатической липазой. Микрокапельки и мицеллы липидов попадают в кровь, разносятся по организму и поглощаются клетками путём эндоцитоза. Липиды, которые не поддаются гидролитическому воздействию липаз, отправляются в жировое депо. После гидролиза липидов, всасывания продуктов их переваривания и ресинтеза, вновь образованные жиры готовы к транспорту от кишечника. На данном этапе организм может столкнуться с проблемой адаптации нерастворимых липидных структур к водным средам организма. В энтероцитах (клетках эпителия кишечника) образуется гидрофобное ядро, состоящее из нейтральных жиров (моно-, ди и триглицеридов), длинноцепочечных высших жирных кислот (ВЖК), холестерина и его эфиров. По периферии жировое ядро окружается слоем дифильных адаптеров, образуя так называемый хиломикрон (ХМ). В состав ХМ входит около 80% триглицеридов, 8% холестерина, 7% фосфолипидов и примерно 2% аполипопротеинов. Липиды в составе ХМ транспортируются от кишечника через лимфатическую систему в кровь и далее в печень и жировую ткань [4]. В печени осуществляется синтез и секреция в кровь липопротеинов (ЛП) двух типов: очень низкой плотности (ЛПОНП) и высокой плотности (ЛПВП). ЛПОНП в процессе их транспорта кровью под действием липопротеинлипазы превращаются в ЛП

низкой плотности (ЛПНП), которые улавливаются специальными рецепторами клеток периферических тканей и путем эндоцитоза попадают внутрь клеток.

Организм способен синтезировать и собственные липиды: таким образом образуются ВЖК, кетоновые тела, а также холестерин – очень важный структурный и сигнальный компонент, показатель обмена жиров. Иногда можно встретить термины «хороший» и «плохой» холестерин. «Качество» холестерина определяется ЛП, транспортирующими его по организму. «Хороший» холестерин «упакован» в ЛПВП – самые маленькие липопротеиновые частицы, которые захватывают его излишки и переносят в печень, где он перерабатывается и выводится из организма. «Плохой» холестерин связан с ЛПНП и ЛПОНП. Такие ЛП крупнее. Они «цепляются» за микроповреждения внутри сосудов, прилипают к их стенкам и образуют атеросклеротические бляшки, которые со временем могут увеличиваться в размерах и сужать просвет сосудов [1].

Аполипопротеин Е (АПОЕ) играет роль рецептор-связывающего лиганда в транспорте и метаболизме холестерина и триацилглицерина в различных тканях за счет взаимодействия с рецепторами ЛП. Ген, кодирующий АПОЕ, считается одним из ключевых регуляторов метаболизма липидов в организме человека [3]. Описано множество вариантов этого гена. Самыми известными считаются две точечные замены: rs429358 (замена Т>С в положении 130) и rs7412 (замена С>Т в положении 176). Сочетания данных замен формируют три основных варианта аллелей – E2, E3 и E4. АПОЕ2 характеризуется наличием цистеина в обоих положениях (cys130, cys176), АПОЕ3 – наличием цистеина в 130 и аргинина в 176 положениях (cys130, arg176), АПОЕ4 – наличием аргинина в обоих положениях (arg130, arg176). Связывание рецепторов с АПОЕ, а также развитие заболеваний зависит от множества факторов: изоформы, статуса липидирования, клеток организма, а также от плотности липидов. Две аминокислотные замены радикально изменяют функциональность АПОЕ, способность связывать липиды и транспортировать их. Аллели E3 и E2 связаны преимущественно с ЛПВП, в то время как E4 ответственен за ЛПНП. Интересен и тот факт, что E2 и E4 играют противоположные роли в метаболизме липидов: аллель E4 ассоциирован с более высокими уровнями липидов в сыворотке, а аллель E2, наоборот, с более низкими [5].

Целью данного исследования стал анализ вариантов гена АПОЕ у работников угольной шахты, для которых ранее была показана склонность к развитию ожирения и отклонениям липидного профиля.

Материалы и методы. В данном исследовании были использованы образцы ДНК, выделенные из периферической крови 87 здоровых шахтеров. На этапе сбора биоматериала все участники подписывали бланк добровольного информированного согласия на участие в исследовании и публикацию результатов. Дизайн исследования был одобрен локальным Этическим комитетом Кемеровского государственного университета. Генотипирование вариантов rs429358 и rs7412 гена АПОЕ проводилось методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) в режиме реального времени. Использовались наборы реактивов ООО «ДНК-синтез» (г. Москва). Амплификацию и детекцию результатов ПЦР проводили с помощью прибора CFX-96 (Bio-Rad, США).

Результаты исследования. Самым распространенным вариантом генотипа у обследованных явился вариант E3/E3 (67%). В сочетании с аллелем E3 также встречались аллели E2 и E4 – генотипы E3/E4 (13%) и E2/E3 (12%). Частота генотипа E2/E4 составила 8%. Данный вариант связывают с повышенным содержанием липидов в крови и, как следствие, с повышенным риском атеросклероза. Носителей вариантов генотипов E2/E2 и E4/E4 – самых опасных сочетаний аллелей, обнаружено не было. Это можно объяснить довольно низкой частотой встречаемости данных генотипов в европейской популяции.

На основании генетического анализа у обследуемых можно предположить риск развития заболеваний при условии нарушений принципов здорового питания и образа жизни. Аллель E2 связывают с повышенным риском развития гиперлипидотеинемии 3-го типа, но, так как в большинстве случаев это нарушение проявляет себя при одновременном носительстве двух аллелей E2 (генотип E2/E2), у шахтеров – носителей генотипов E2/E4 и E2/E3 риск гиперлипидотеинемии относительно не велик. Однако не стоит забывать, что основную роль в экспрессии метаболического синдрома играют внешние факторы, а значит, наличие одного аллеля E2 в случае отсутствия контроля питания может привести к нарушению метаболизма липидов [2].

Аллель E4 является генетическим маркером болезни Альцгеймера, поэтому носителям данного аллеля следует обращать внимание на изменения в поведении, а также внимательно следить за уровнем холестерина, так как у обладателей такого варианта аллеля может быть повышен риск развития атеросклероза, инфаркта миокарда и инсульта.

Список источников:

1. Литвицкий, П. Ф. Расстройства липидного обмена / П. Ф. Литвицкий // Вопросы современной педиатрии. – 2012. – 11(6). – С. 48-62.
2. Полиморфизм гена ApoE как фактор риска ожирения у работников, подвергающихся профессиональным вредностям на предприятиях черной металлургии / Д. Д. Полянина [и др.] // Анализ рисков для здоровья. – 2023. – 4(2). – С. 155–159.
3. Associations of APOE Gene Variants rs429358 and rs7412 with Parameters of the Blood Lipid Profile and the Risk of Myocardial Infarction and Death in a White Population of Western Siberia / S. Semaev [et al.] // Curr. Issues Mol. Biol. – 2022. – 44. – P. 1713-1724.
4. Association of apolipoprotein E gene polymorphisms with blood lipids and their interaction with dietary factors / I. M. Shatwan [et al.] // Lipids Health Dis. – 2018. – 17(1). – P. 98.
5. Marais, A. D. Apolipoprotein E in lipoprotein metabolism, health and cardiovascular disease / A. David Marais // Pathology of Science Direct. – 2019. – 51(2). – P. 165-176.

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ЭКСПРЕССИЯ ГЕНОВ ИММУННОГО ОТВЕТА У ЖЕНЩИН, БОЛЬНЫХ РАКОМ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

*Буслаев Владислав Юрьевич¹,
Гавринёва Наталья Александровна²*

1 – ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН»,

2 - Кемеровский государственный университет

Научный руководитель: Минина Варвара Ивановна, д.б.н., доцент, Кемеровский государственный университет, Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН

Vladislavbus2358@yandex.ru

Аннотация. С использованием метода одноцветного микроматричного анализа был проанализирован материал клеток периферической крови женщин, больных раком молочной железы и женщин без данной патологии, включенных в исследование в качестве группы сравнения. После статистической обработки полученных результатов были установлены группы дифференциально экспрессирующихся генов (ДЭГ). Функциональный анализ обогащения генов указал на значимость компонентов врожденного и приобретённого иммунитета ($\log FC > [1,5]$). Таким образом, усиление реакций системного воспаления может определять уровень риска рака молочной железы.

Ключевые слова: рак молочной железы, биологические маркеры, микроматричный анализ, дифференциальная экспрессия генов, гены иммунного ответа.

DIFFERENTIAL EXPRESSION OF IMMUNE RESPONSE GENES IN WOMEN WITH BREAST CANCER

Buslaev V.Yu., Federal Research Centre of Coal and Coal Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Gavrineva N.A., Kemerovo State University

Minina V. I., Grand PhD in Biological Sciences, Kemerovo State University, Federal Research Centre of Coal and Coal Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

Abstract. Using the method of single-color micromatrix analysis, the peripheral blood cell material of women with breast cancer and women without this pathology included in the study as a comparison group was analyzed. After statistical processing of the obtained results, groups of differentially expressed genes (DEG) were identified. Functional analysis of gene enrichment indicated the importance of the components of innate and acquired immunity ($\log FC > [1.5]$). Thus, increased reactions of systemic inflammation may determine the risk of breast cancer.

Keywords: breast cancer, biological markers, microarray analysis, differential gene expression, genes of immune response.

Рак молочной железы (РМЖ) является самым распространённым онкологическим заболеванием у женщин. Ежегодно регистрируется как минимум 1,7 млн. случаев. Для России и Европы характерны средние значения распространённости РМЖ [1]. Классификация заболевания основана на экспрессии молекулярных маркеров. Для оценки предрасположенности к РМЖ было определено несколько факторов риска: возраст пациентов, гормональные и репродуктивные особенности (менструальный цикл), индекс массы тела, действие факторов окружающей среды (радиация, тяжёлые металлы, поллютанты). Наибольшую значимость для риска РМЖ представляют наследственные факторы, которые способствуют высокой распространённости семейных форм данной патологии.

Примерно 60% наследственных случаев РМЖ связаны с мутациями в генах *BRCA-1* и *BRCA2*, контролирующих важные этапы репарации ДНК, транскрипции и клеточного цикла. Риск формирования патологии также может определяться генами высокой пенетрантности: *CDH1*, *TP53*, *STK11*. Кроме того, в генетическом анализе также используются факторы, которые могут модулировать активность генов: *CHEK2*, *ATM*, *NBS1*, *PALB2*, *BARD1*, *RAD50* и *RAD51* [4]. Выявление новых биологических маркеров онкологических патологий в последнее время активно осуществляется с применением высокопроизводительных технологий. С этой целью используется материал транскриптома клетки, который затем подвергается секвенированию. Микроматричный анализ позволяет оценить уровень экспрессии генов, вовлеченных в определённые клеточные сигнальные пути [3]. В данном случае активно применяется технология одноцветного микроматричного анализа. Последующий статистический и биоинформатический анализ позволяет выявить группы ДЭГ.

Целью исследования явилось проведение анализа транскриптома лимфоцитов периферической крови у женщин, больных РМЖ.

Материалы и методы. Был использован материал клеток (лимфоцитов) периферической крови от 8 женщин с диагнозом РМЖ и 8 условно здоровых женщин. РНК здоровых и онкобольных женщин была выделена с использованием реагента «TRIzol» (Thermo Fisher Scientific, США) с содержанием фенола и гуанидин тиоцианата. Для оценки уровня экспрессии генов в лимфоцитах использовался метод одноцветного микроматричного анализа. Использовались экспрессионные микрочипы SurePrint G3 Human Unrestricted 8×60K (Agilent Technologies, США). Биоинформатическая обработка полученных данных была проведена с помощью пакетов программ “limma” и “tydiverse” в статической среде R (ver. 4.2.2). Поправка на множественное сравнение применялась по методу Беньямини-Хохберга (p.adj). Пороговыми считали значение $p < 0,05$ и отличия в экспрессии между группами более, чем в 1,5 раза ($\log FC > [1,5]$).

Результаты и обсуждение. В результате анализа транскриптома было выявлено 4176 уникальных ДЭГ с различиями в уровне экспрессии более, чем в 1,5 раза (2333 гена с повышенной экспрессией и 1843 гена со сниженной экспрессией). Гены с наиболее значимыми показателями функционального обогащения ($\log FC$) с повышенной и пониженной экспрессией представлены на рисунке.

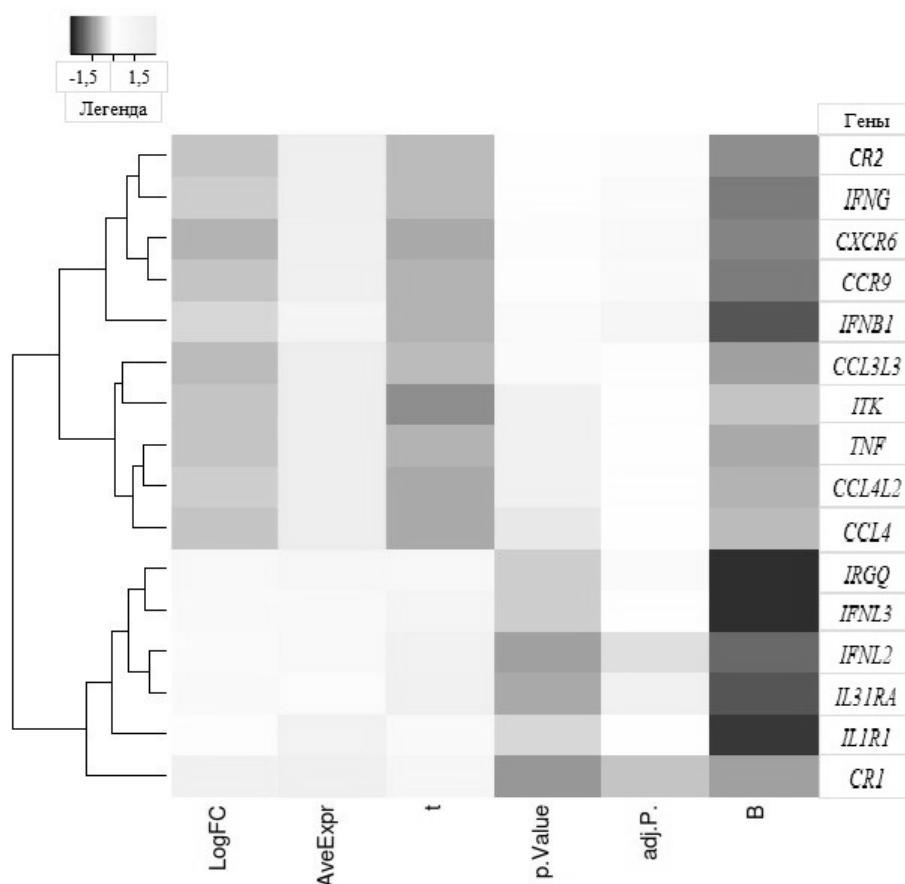


рис. Показатели ДЭГ иммунного ответа у больных РМЖ

Среди генов с повышенной экспрессией были обнаружены гены провоспалительных цитокинов. Сниженная экспрессия была характерна в основном для генов хемокинов и их рецепторов. Ранее впервые в России был изучен транскриптом клеток периферической крови у больных раком лёгкого (РЛ) в условиях угледобывающего региона [2]. На примере больных РЛ была установлена значимость групп факторов, вовлечённых в иммунологический ответ, синтез белка и клеточный цикл. Полученные результаты указывают на наличие схожих процессов характерных для РМЖ и РЛ, которые связаны с развитием системных реакций воспаления.

Выводы. Исследование молекулярных механизмов развития РМЖ наиболее эффективно осуществлять с применением микроматричного анализа транскриптома. В данном исследовании в качестве потенциальных диагностических маркеров были установлены гены факторов врождённого и приобретённого иммунитета, которые могут быть задействованы во множественных регуляторных процессах. Развитие онкогенеза сопряжено с повышением реакций воспаления. Таким образом, впервые охарактеризованы возможные механизмы развития РМЖ с использованием материала жителей угледобывающего региона.

Работа выполнена в рамках госзадания АААА-А21-121011590009-9 «Иммуно-гормональные взаимодействия при раке молочной железы»

Список источников:

1. Злокачественные новообразования в России в 2015 году (заболеваемость и смертность) / А.Д.Каприн [и др.] // М.: МНИОИ им. П. А. Герцена - филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России.- 2017.-С. 250.
2. Микроматричный анализ транскриптома мононуклеаров периферической крови у пациентов с наличием рака лёгкого / В.И.Минина [и др.] // Генетика.-2022.- № 7.- С. 814-822.
3. Microarray analysis of breast cancer gene expression profiling in response to 2-deoxyglucose, metformin, and glucose starvation./ R.Aoun [et al.]// Cancer Cell Int.- 2022.-N.1.P.123.
4. The other side of the coin: dissecting molecular mechanisms behind hereditary breast cancer in search of therapeutic opportunities. / S.Stella [et al.]// Translational Oncology.- 2021.-N.8.-P.101104.

ПРОТЕЗ СТОПЫ-ГОЛЕНСТОПНОГО СУСТАВА

Вольф Владислав Витальевич¹,

Голиков Максим Леонидович¹, Лобода Лада Дмитриевна²

1 - Кемеровский государственный медицинский университет

2 - Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

Научный руководитель: Кувишинов Дмитрий Юрьевич, д.м.н., доцент, Кемеровский государственный медицинский университет

vlad.volf.03@mail.ru

Аннотация. В России существует потребность в увеличении производства протезов конечностей и полуфабрикатов к ним, что отмечается правительством. Изучив потребности инвалидов и протезных предприятий Кузбасса, нашей команде удалось разработать инновационный протез стопы, включающий в себя подвижные модули в голеностопном и плюснефаланговых суставах. Разработка поможет сделать жизнь пациентов комфортнее и быстро восполнить дефицит протезов.

Ключевые слова: протезирование, реабилитация, механический протез, голеностоп, функциональность.

PROSTHETIC FOOT-ANKLE JOINT

Volf. V.V., Golikov M.L., Kemerovo State Medical University, Loboda L.D., T.F. Gorbachev State Technical University

Kuvshinov D.Y., MD, Kemerovo State Medical University

Abstract. Russia needs more prosthetic legs and parts for them. The government knows this. We studied what people with disabilities need and what prosthetic companies need in Kuzbass. We made an innovative foot with moving parts at the ankle and toes. It will make life better for people with prosthetics and help fill the need for them quickly.

Keywords: prosthetics, rehabilitation, mechanical prosthesis, ankle, functionality.

Экзопротезирование – немаловажная часть персонализированной медицины, ведь благодаря этой возможности пациент вновь может вернуться к привычному образу жизни. Как известно, основными причинами протезирования (помимо травматизации) являются сосудистые патологии и сахарный диабет, причем у мужчин наиболее распространены сосудистые нарушения и ампутации на уровне бедра, в то время как у женщин – сахарный диабет и ампутации на уровне голени. Это можно объяснить различием в гормональном фоне и «естественной» защитой женщин половыми гормонами [1, 8]. Пациенты отмечают уровень ухудшения жизни при ампутации бедра на 60%, голени на 40% и стопы на 15% [6, 2]. В 2023 году замминистра труда и социальной защиты России Алексей Вовченко сообщил, что больше половины (54%) участников специальной военной операции (СВО), которых признали инвалидами по результатам медико-социальной экспертизы, имеют ампутации. При этом у 20% инвалидов СВО имеется ампутация верхних конечностей, а у 80% — нижних [4].

В. В. Путин утвердил перечень поручений по итогам заседания Совета по развитию гражданского общества и правам человека, состоявшегося 7 декабря 2022 года. В пункте Пр-19, п. 26 говорится о развитии отечественного производства протезов и комплектующих к ним [7]. В свою очередь, Министерство труда прогнозирует потребность в протезировании до 60-70 тыс. изделий в год [5].

В ходе переговоров с Кузбасскими филиалами Московского протезно-ортопедического предприятия было выяснено, что установка протеза может занимать в среднем от 1 до 6 месяцев, но в ряде случаев может продлеваться до полутора лет. Зачастую это зависит от длительности доставки импортных комплектующих, сложности изготовления и индивидуальных особенностей пациента. Так же на проблему доступности протезирования и сроков оказания помощи обратили внимание в Государственной Думе РФ [3].

В связи с увеличением потребности, а также с появлением нужды на импортозамещение, принято решение о разработке протеза стопы-голеностопного сустава. Существующие ортопедические протезы модульного строения могут заменить утраченную конечность с минимальным функционалом, в связи с чем пациенты испытывают дискомфорт. Рассмотрено несколько гипотез и принято решение о разработке протеза стопы-голеностопного сустава с подвижным механизмом. Бионические протезы полностью повторяют функционал утраченной конечности и максимально комфортны для пациентов, однако их стоимость слишком велика и большинство людей не могут себе их позволить.

В рамках реализации планируется доработка проекта на базе кафедр Кемеровского государственного медицинского университета, прохождение клинических испытаний, в которые, в первую очередь, планируется включить нуждающихся пациентов из г. Кемерово. В перспективе планируется развитие и укрупнение производства новой модели протеза на территории г. Кемерово, а также разработка новых моделей. Обеспечение лиц с инвалидностью функциональными протезами по доступной цене начиная с г. Кемерово, постепенно расширяя географию производства и доставок по мере заключения новых коммерческих контрактов и развития предприятия.

Для подтверждения гипотезы проведено анкетирование среди 50 инвалидов возрастом от 24 до 40 лет, среди которых 14 женщин и 36 мужчин, относящихся к категории активности К-2 (рис.1).

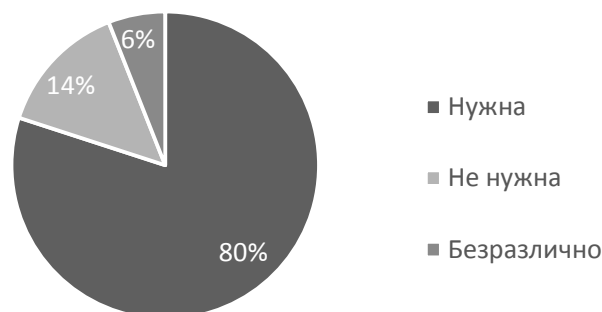


рис.1 Потребность в подвижном голеностопном модуле

Таким образом, 40 человек видят для себя необходимость в подвижности голеностопном модуле, в то время как современные механические протезы не обладают подобным функционалом, что серьезно ограничивает пациентов в активности и ухудшает общее качество жизни (рис.2).

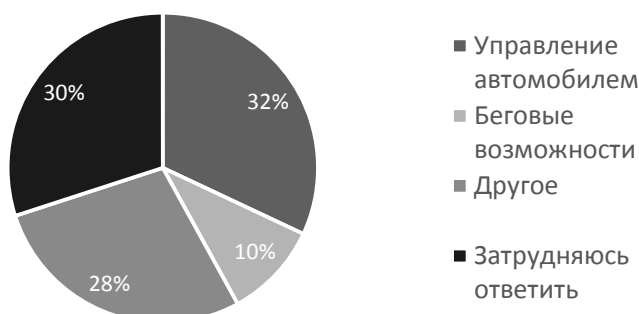


рис.2 Необходимая функциональность

Большинство опрошенных пациентов (16) видит необходимость в вождении автомобиля с повседневными протезами, т.е. без особых устройств, приспособлений. 15 человек затрудняются ответить, 5 человек хотели бы иметь возможность бегать, а другие варианты были написаны в единичном количестве (наиболее крепкие материалы, различный размер стопы, внешний вид, облегчение протеза и др.).

Большинство пациентов (32) негативно относятся к отечественным производителям. Респонденты связывают это с недоверием и «ненадежностью» отечественных протезов. Это может быть вызвано как объективными факторами: действительно низкое качество нефункциональных протезов нижних конечностей, так и субъективными: весь опыт использования экзопротезов у респондентов сводился к иностранным компаниям, из-за чего доверие к привычному выше, чем к отечественным образцам. 15 человек относятся к Российским производителям положительно, а 3 — нейтрально. Основываясь на результатах опроса, личном опыте и общении с инвалидами, а также с учетом современных моделей принято решение о создании подвижного голеностопного модуля.

Для достижения цели о создании гибкого голеностопного модуля использован поршневой механизм, причем он же и обеспечивает подвижность передней трети носка, тем самым достигается подобие движения в

плюснефаланговых суставах. С согласия пациента в основе первого экспериментального образца взяты его параметры роста и веса для подбора оптимального сопротивления поршня. Модель распечатана с использованием 3D-принтера за собственные средства (рис.3).

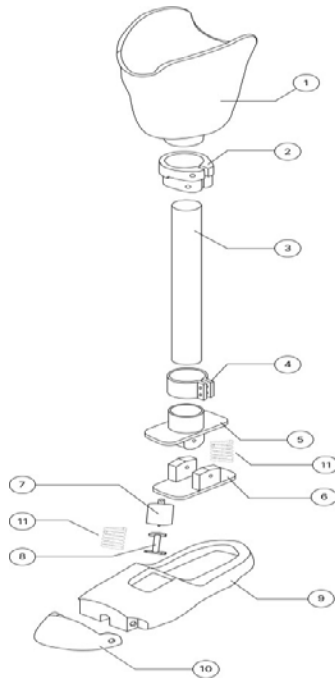


рис.3. Модель протеза

Победа в конкурсе университетских грантов дала возможность изготовить образец из сплава дюралюминия и титана взамен неподвижным цельным конструкциям из углеволокна, распространенным у подавляющего большинства производителей стоп и голеностопных модулей. Получен грант на полезную модель RU229342, что также подтверждает целесообразность производства таких моделей протезов. Получены положительные отзывы от 3 пациентов, самостоятельно изъявивших желание и согласие на апробацию данного модуля с использованием их собственных культеприемных гильз и крепежных механизмов от их протезов.

На данном этапе наш проект достиг следующих успехов:

1. Победа в конкурсе университетских грантов и успешная отчетность о проделанной работе;
2. Положительные отзывы о изобретении от пациентов;
3. Полностью функциональный образец из качественных материалов, выполненный с использованием собственных разработок;
4. Представление проекта на IV Конгрессе молодых ученых («Сириус», г. Сочи);
5. Прохождение акселератора «Генезис» и победа в номинации «Прорыв», что послужило огромным опытом в дальнейшей коммерциализации продукта;
6. Успешная процедура патентования полезной модели;
7. Сотрудничество с протезными предприятиями Кузбасса.

На данный момент команда проекта ставит перед собой следующие задачи:

1. подача заявки для получения статуса резидента Skolkovo;
2. Поиск новых решений, доработка существующего образца;
3. Разработка программного обеспечения для вычисления оптимальных размеров комплектующих с учетом индивидуальных особенностей пациентов для оптимизации производства;
4. Выход на рынок протезов нижних конечностей в Кузбассе.

Список источников:

1. Батискин С. А., Золоев Д. Г. Значение различных факторов в выборе уровня ампутации конечности при заболеваниях артерий и синдроме диабетической стопы // Медицина в Кузбассе. 2012;9(2):11—4.
2. Гринин В. М., Шестемирова Э. И. О качестве жизни инвалидов-ампутантов в Российской Федерации // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2020. №3.
3. Как в России обеспечивают средствами реабилитации (<https://iz.ru/1496249/sergei-gurianov/v-tcentre-reabilitatciia-kak-obespechit-rastushchii-spros-na-protezy> Ссылка активна на 17.01.2025)
4. Минтруд раскрыл процент инвалидов с ампутациями среди участников СВО (https://www.m24.ru/news/obshchestvo/17102023/630346?utm_source=copuuf Ссылка активна на 17.01.2025)
5. Минтруд: в России ожидается рост спроса на протезы (<https://dzen.ru/a/zw2h8eh4lenf4mjz> ссылка активна на 17.01.2023)"

6. Непомнящая О. В., Перминов В. А. Показатель качества жизни у инвалидов с ампутационными дефектами нижних конечностей вследствие хронической ишемии атеросклеротического генеза // *Медико-социальная экспертиза и реабилитация*. 2013;(1):51—3.
7. Перечень поручений по итогам заседания Совета по развитию гражданского общества и правам человека от 12.01.2023 (<http://kremlin.ru/acts/assignments/orders/70349> Ссылка активна на 17.01.2025)"
8. Пузин С. Н., Рытова О. П. Медико-социальные аспекты инвалидности и реабилитация больных с культями нижних конечностей // *Медико-социальная экспертиза и реабилитация*. 2002;(2):33—4.

ХРОМОСОМНЫЕ НАРУШЕНИЯ У ЖЕНЩИН С ДИАГНОСТИРОВАННЫМ РАКОМ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ, ПРОЖИВАЮЩИХ В КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Гавринёва Наталья Александровна¹,

Буслаев Владислав Юрьевич², Тимофеева Анна Александровна²

1 - Кемеровский государственный университет

2 - Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН

Научный руководитель: Минина Варвара Ивановна, д.б.н., доцент, Кемеровский государственный университет, Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН

ngavrineva@yandex.ru

Аннотация. Изучены уровень и спектр хромосомных aberrаций (ХА) в лимфоцитах периферической крови у 106 женщин с диагностированным раком молочной железы (РМЖ) и 104 здоровых женщин без онкологических заболеваний, проживающих в Кемеровской области. У пациенток с диагностированным РМЖ частота aberrантных метафаз, aberrаций на 100 клеток, парных фрагментов и aberrаций хромосомного типа была статистически значимо выше, чем у здоровых женщин. Также была обнаружена статистически значимая связь фактора курения с повышенным уровнем цитогенетической нестабильности.

Ключевые слова: хромосомные aberrации, рак молочной железы, лимфоциты периферической крови, хромосомная нестабильность, цитогенетический анализ.

CHROMOSOMAL ABNORMALITIES IN WOMEN DIAGNOSED WITH BREAST CANCER LIVING IN THE KEMEROVO REGION

*Gavrinea N.A., Kemerovo State University, Buslaev V.Yu., Timofeeva A.A., Federal Research Centre
of Coal and Coal Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences*

*Minina V. I., Grand PhD in Biological Sciences, Kemerovo State University, Federal Research Centre of Coal and
Coal Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences*

Abstract. High level of chromosomal damage in lymphocytes may serve as an indicator of cancer risk and its progression. In this study, the level and spectrum of chromosomal aberrations in peripheral blood lymphocytes were investigated in 106 women diagnosed with breast cancer and 104 healthy women without cancer living in the Kemerovo region. In patients diagnosed with breast cancer, the frequency of aberrant metaphases, aberrations per 100 cells, paired fragments and chromosomal type aberrations was statistically significantly higher than in healthy women. It was also found that smoking was statistically significantly associated with an increased level of cytogenetic instability.

Key words: chromosomal aberrations, breast cancer, peripheral blood lymphocytes, chromosomal instability, cytogenetic analysis.

Введение. Согласно данным Министерства здравоохранения Кемеровской области за 2024 год, РМЖ представляет самый распространённый вид онкологического заболевания. На его долю приходится 13,4% от общего числа диагнозов. Данная форма рака является главной причиной смертности от онкологических заболеваний среди женщин по всему миру [1].

Пятилетняя выживаемость пациентов при метастатическом РМЖ составляет менее 30%, даже при проведении адъювантной химиотерапии. Неблагоприятный прогноз и развитие отдаленных метастазов вызваны способностью опухоли к лимфатическому и гематологическому распространению. У женщин с диагностированным РМЖ на ранней стадии, шансы на выживание значительно выше. Таким образом, раннее выявление заболевания играет критическую роль в снижении уровня смертности. Это подчеркивает значимость программ скрининга данной патологии [2].

РМЖ представляет собой многофакторное заболевание, возникновение которого связано с неправильным образом жизни, экологическими, наследственными факторами и социально-психологическими аспектами. Основными причинами большинства видов рака являются соматические мутации и влияние окружающей среды на человеческий организм. Кроме того, рак также ассоциируется с хроническим воспалением. При хронической форме воспаления могут возникать соматические мутации и пролиферация клеток, что способствует развитию онкологических заболеваний [2].

Важную роль в возникновении и развитии опухолей играют лимфоциты, которые отвечают за выработку антител, прямое клеточно-опосредованное уничтожение опухолевых клеток и регуляцию иммунного ответа. Лимфоциты возникают из стволовых клеток костного мозга и дают начало В и Т лимфоцитам в костном мозге и тимусе, откуда мигрируют в периферические лимфоидные органы и кровь. Лимфоциты, которые были повреждены в любом месте в организме, в конечном итоге появятся в периферической крови и могут быть проанализированы после культивирования *in vitro* [3].

В настоящее время проводятся много исследований, направленных на выявление частоты ХА в лимфоцитах периферической крови у пациентов со злокачественными новообразованиями (ЗНО). У таких больных в лимфоцитах обнаруживается значимое увеличение частоты aberrантных метафаз, aberrаций хромосомного и хроматидного типа (двойные и одиночные фрагменты, дицентрические хромосомы и т.д.) [4, 5].

Целью данного исследования стал анализ частоты и спектра ХА в лимфоцитах периферической крови у больных РМЖ, проживающих в угледобывающем регионе России – Кемеровской области.

Материалы и методы исследования. Анализ частоты ХА в лимфоцитах периферической крови проводился у 106 женщин с диагностированным РМЖ, поступивших для лечения в Кемеровский областной онкологический диспансер (основная группа). Средний возраст пациенток составил 58 лет, курящих наблюдалось 25%. В группу сравнения вошли 104 здоровые женщины, проживающие в Кемеровской области и не имеющие ЗНО; средний возраст составил 60 лет, 16% были курящими. В исследование не включались женщины, которые принимали лекарственные препараты на постоянной основе и проходили рентгенологические диагностические процедуры менее чем за 3 месяца до забора крови.

Культивирование клеток крови проводилось с помощью стандартного полумикрометода. В культуральный флакон добавляли объёмы: 100 мкл фитогемагглютинина (Пан-Эко, Москва), 11 мл среды RPMI 1640 (Пан-Эко, Москва) и 1 мл крови. Культуральные флаконы инкубировали при 37 °С в течение 48 часов. За 2 часа до фиксации в культуры вводили колхицин 0,5 мкг/мл. После гипотонической обработки и фиксации клеток, суспензию раскапывали на охлаждённые чистые предметные стекла и высушивали над пламенем спиртовки. Препараты окрашивали 1% красителем Гимза и анализировали под микроскопом NIKON ECLIPSE TE2000. Для учёта хромосомных нарушений у каждой женщины было проанализировано 200 метафаз.

Статистическую обработку данных проводили с помощью программы «Statistica 10». С использованием критерия Колмогорова-Смирнова проводили проверку соответствия распределения количественных показателей закону нормального распределения. Сравнение групп проводилось с помощью непараметрического критерия Mann-Whitney U Test (для парных сравнений).

Результаты. Частота aberrантных метафаз, aberrаций на 100 клеток, парных фрагментов и aberrаций хромосомного типа была статистически значимо выше в основной группе ($1,59 \pm 0,15\%$; $2,09 \pm 0,20\%$; $1,41 \pm 0,13\%$; $1,73 \pm 0,16\%$), по сравнению с группой сравнения ($0,86 \pm 0,12\%$; $1,07 \pm 0,15\%$; $0,77 \pm 0,11\%$; $0,91 \pm 0,13\%$ соответственно). Уровень статистической значимости отличий (p) по частотам aberrантных метафаз между исследуемыми группами составил 0,000119, частотам aberrаций на 100 клеток $p=0,000169$, частотам парных фрагментов $p=0,000002$, частотам aberrаций хромосомного типа $p=0,000019$. Можно предположить, что у больных с диагностированным РМЖ в организме протекает хронический воспалительный процесс.

Также был проведён сравнительный анализ частоты ХА в группах, дифференцированных по статусу курения. В основной группе у курящих частота aberrантных клеток ($1,60 \pm 0,21\%$), дицентрических хромосом без фрагментов ($0,37 \pm 0,05\%$), межхромосомных обменов ($0,59 \pm 0,01\%$) и aberrаций хромосомного типа ($1,94 \pm 0,28\%$) была статистически значимо выше, чем у некурящих ($1,49 \pm 0,22\%$, $p=0,03$; $0,24 \pm 0,03\%$, $p=0,006$; $0,52 \pm 0,06\%$, $p=0,01$; $1,49 \pm 0,19\%$, $p=0,03$ соответственно). В группе сравнения у курящих женщин частоты одиночных фрагментов ($0,78 \pm 0,11\%$) и aberrаций хроматидного типа ($0,80 \pm 0,11\%$) значимо отличались в сравнении с некурящими ($0,18 \pm 0,10\%$, $p=0,001$; $0,17 \pm 0,01\%$, $p=0,01$ соответственно).

Было проведено сопоставление полученных результатов с зарубежными работами. Установлено, что частота aberrаций хромосомного типа у больных РМЖ, выявленная в данном исследовании ($1,73 \pm 0,16\%$) была значимо выше, чем в большинстве доступных исследований. В работе учёных из Чехии, частота aberrаций хромосомного типа составила 1,09–1,51; $p=0,01$ (в исследовании приняли участие 300 женщин с РМЖ) [5]. В исследовании S. Vodenkova с соавторами, частота aberrаций хромосомного типа у 151 женщины с диагностированным РМЖ составила $0,93 \pm 1,27\%$; $p=0,0005$ [6]. Наше исследование проводилось в угольном регионе, в котором люди подвергаются воздействию большого количества токсикантов, образующихся в ходе добычи и переработки угля, возможно поэтому нами были зарегистрированы более высокие частоты хромосомных нарушений.

Заключение. У женщин с диагностированным РМЖ в лимфоцитах периферической крови была отмечена статистически значимо более высокая частота aberrантных метафаз, aberrаций на 100 клеток, парных

фрагментов и aberrаций хромосомного типа, по сравнению с женщинами без ЗНО. Накопление хромосомных нарушений в клетках крови может быть вызвано хроническим воспалением, воздействием различных факторов окружающей среды, курением табака, а также может быть связано с индивидуальной восприимчивости организма, основанной на особенностях метаболизма клетки и репарационной способности ДНК. Также следует отметить, что оценка уровня хромосомных повреждений в лимфоцитах, которые опосредуют противоопухолевые иммунные реакции, может быть использована для прогнозирования риска развития рака и его прогрессирования в будущем.

Список источников:

1. Элина Крейк Врачи выявили более 600 случаев рака молочной железы у жительниц Кузбасса / Элина Крейк [Электронный ресурс] // mk-kuzbass.ru: [сайт]. — URL: <https://www.mk-kuzbass.ru/social/2024/10/14/vrachi-vyyavili-bolee-600-sluchaev-raka-molochnoy-zhelezy-u-zhitelnic-kuzbassa.html> (дата обращения: 20.01.2025).
2. Global Increase in Breast Cancer Incidence: Risk Factors and Preventive Measures / D. Kashyap [et al.] // *BioMed research international*. 2022. 9605439.
3. Johannes C, Obe G. Chromosomal Aberration Test in Human Lymphocytes. *Methods Mol Biol*. 2019; V.2031. P. 121–134.
4. Chromosomal damage and telomere length in peripheral blood lymphocytes of cancer patients / S. Vodenkova [et al.] // *Uncool Rep*. 2020. V. 44 (5) P. 2219–2230.
5. Chromosomal damage in peripheral blood lymphocytes of newly diagnosed cancer patients and healthy controls / P. Vodicka [et al.] // *Carcinogenesis*. 2010. – V. 31 (7) P. 1238–41.
6. Chromosomal damage and telomere length in peripheral blood lymphocytes of cancer patients / S. Vodenkova [et al.] // *Oncol Rep*. 2020. V. 44(5) P. 2219–2230.

ВКЛАД ЛЕПТИНОРЕЗИСТЕНТНОСТИ В РАЗВИТИЕ РАННИХ И ОТДАЛЕННЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ У ПАЦИЕНТОВ С ИНФАРКТОМ МИОКАРДА

Горбатовская Евгения Евгеньевна

Кемеровский государственный медицинский университет, Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний

Научный руководитель: Груздева Ольга Викторовна, д.м.н., профессор РАН

eugenia.tarasowa@yandex.ru

Аннотация. Для пациентов с инфарктом миокарда (ИМ) характерна высокая распространённость лептинорезистентности (ЛР) в госпитальном периоде. Резистентность к лептину ассоциирована с развитием госпитальных осложнений ИМ, таких как ранняя постинфарктная стенокардия, рецидив ИМ, нарушения ритма и проводимости. Кроме того, частота встречаемости неблагоприятных событий в госпитальном периоде в целом у пациентов с ЛР была более высокой, чем у пациентов без ЛР.

Ключевые слова: лептинорезистентность, инфаркт миокарда, госпитальный прогноз, годовой прогноз.

CONTRIBUTION OF LEPTIN RESISTANCE TO THE DEVELOPMENT OF EARLY AND LATE COMPLICATIONS IN PATIENTS WITH MYOCARDIAL INFARCTION

Gorbatovskaya E.E., Kemerovo State Medical University, Research Institute for Complex

Issues of Cardiovascular Diseases

Gruzdeva O.V., Professor RAS, Kemerovo State Medical University, Research Institute for Complex

Issues of Cardiovascular Diseases

Abstract. Patients with myocardial infarction (MI) are characterized by a high prevalence of leptin resistance (LR) during the hospital period. Leptin resistance is associated with the development of hospital complications of MI, such as early post-infarction angina, recurrent MI, rhythm and conduction disturbances. In addition, the incidence of adverse events during the hospital period was generally higher in patients with LR than in patients without LR.

Key words: leptin resistance, myocardial infarction, early complications, late complications

В настоящее время вклад лептинорезистентности (ЛР) в кардиоваскулярный прогноз является спорным вопросом. Ряд исследований демонстрируют, что гиперлептинемия, один из маркеров ЛР, позволяет прогнозировать острые сердечно-сосудистые события независимо от традиционных факторов риска [3, 4, 6]. Но существуют и другие данные, в которых ЛР не связана с частотой сердечно-сосудистых осложнений ни в краткосрочной, ни в долгосрочной перспективе [1, 2, 5]. Противоречивые результаты можно объяснить различиями исследуемых групп по возрасту, полу, тяжести течения инфаркта миокарда (ИМ) и продолжительности наблюдения.

Цель исследования: оценить частоту выявления лептинорезистентности и ее вклад в развитие ранних и отдаленных осложнений у пациентов с инфарктом миокарда.

Материал и методы. В исследование включено 114 пациентов с острым ИМ. Критерии включения: наличие ИМ с подъемом сегмента ST в пределах 24 часов до поступления в клинику, мужской пол, возраст пациента до 75 лет, согласие пациента на проведение исследования. Критерии исключения: отказ пациента от проведения исследования, возраст пациента более 75 лет, наличие сахарного диабета 1 и 2 типа, декомпенсация хронической сердечной недостаточности (ХСН), неконтролируемая артериальная гипертензия, наличие клинически значимой сопутствующей патологии. В качестве группы сравнения в исследование было включено 96 пациентов с дегенеративным приобретенным неревматическим пороком сердца (ППС) - аортальным стенозом (АС). Контрольную группу составило 40 здоровых добровольцев. Обследованные пациенты с ИМ и ППС были сопоставимы по возрасту и наличию кардиоваскулярных факторов риска. Концентрацию лептина и растворимого рецептора лептина в сыворотке крови определяли при поступлении в стационар методом иммуноферментного анализа с использованием тест-систем фирмы BioVendor (США) и eBioscience (Австрия). Индекс свободного лептина (ИСЛ) рассчитывали, как отношение концентрации лептина (нг/мл) к концентрации растворимого рецептора к лептину (нг/мл), умноженное на 100. ЛР определяли при уровне лептина >6,45 нг/мл и ИСЛ >25 по данным контрольной группы. Для оценки неблагоприятного прогноза в госпитальном периоде ИМ были проанализированы следующие конечные точки: рецидив ИМ, нарушения ритма и проводимости, ранняя постинфарктная стенокардия. Отдаленные осложнения (через 1 год после,

перенесенного ИМ) фиксировали при наличии повторных ИМ, прогрессировании стенокардии, декомпенсации СН, госпитализации по поводу коронарных событий. Статистическая обработка полученных результатов была проведена с использованием пакета прикладных программ «STATISTICA 12», «SPSS 17.0 for Windows».

Результаты: Концентрация лептина в сыворотке крови у пациентов с ИМ составила 11,6 (6,6; 20,5) нг/мл и была выше в 3,3 раза по сравнению с пациентами с ППС (3,5 (3,3; 9,1) нг/мл, $p=0,001$) и в 3,6 раз – со здоровыми добровольцами (3,2 (2,7; 5,6) нг/мл $p=0,001$). Содержание рецептора лептина в группе с наличием ИМ составило 40,8 (28,8; 46,1) нг/мл и было ниже в 1,4 раза и в 1,6 раза соответственно по сравнению с пациентами с ППС (57,06 (41,6; 65,7) нг/мл, $p < 0,033$) и контрольной группой (58,06 (45,6; 67,7) нг/мл, $p < 0,033$). Рассчитаны значения ИСЛ в группе пациентов с ИМ 32,7 (14,3; 70,5), ППС – 6,04 (5,09; 22,4), контрольной группе – 5,05 (4,23; 25,0). Значения ИСЛ в 5,4 раза ($p=0,004$) превышали в группе пациентов с ИМ относительно лиц со стенозом АК, и в 5,5 раз ($p=0,003$) относительно здоровых добровольцев. Концентрация лептина, рецептора лептина и значения ИСЛ в группе пациентов с ППС не имели статистически значимых различий с контрольной группой ($p > 0,05$). Встречаемость ЛР при ИМ составила 64%, при ППС – 25%. Статистически значимые различия в частоте выявления ЛР наблюдались между пациентами с ИМ относительно пациентов со стенозом АК ($p=0,02$).

При анализе неблагоприятных исходов в госпитальном периоде ИМ было выявлено, что пациенты с наличием ЛР чаще подвержены кардиоваскулярным событиям. Ранняя постинфарктная стенокардия и рецидив ИМ развивались в 10,9% и 6,8% соответственно у пациентов с ЛР, у пациентов без ЛР данные осложнения отсутствовали. Нарушения ритма и проводимости достоверно чаще регистрировали у пациентов с ЛР. Данное осложнение встречалось в 34,2% случаев у пациентов с ЛР и в 12,2% случаев у пациентов без ЛР. Частота встречаемости неблагоприятных событий в госпитальном периоде в целом у пациентов с ЛР была более высокой, чем у пациентов, без ЛР. Так, в группе пациентов с наличием ЛР она составила 44,4%, в то время как у пациентов без ЛР – 12,2% ($p=0,01$).

Прогностическую значимость ЛР в отношении риска неблагоприятных кардиоваскулярных событий в госпитальном периоде ИМ подтверждают данные логистического регрессионного анализа. ЛР была проанализирована наряду с такими показателями, как возраст пациентов, наличие ИМ в анамнезе, проведения чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ), степень поражения коронарных артерий и сократительная способность левого желудочка. Также в анализ были включены уровни лептина и рецептора лептина. Было установлено, что наличие ЛР увеличивает шансы развития неблагоприятного кардиоваскулярного исхода в 5,4 раза ($p=0,02$). При этом отдельно уровень лептина или содержание рецептора лептина не обладают прогностической значимостью в госпитальном периоде ИМ. Увеличивают шанс развития неблагоприятных кардиоваскулярных событий наличие раннее перенесенного ИМ в анамнезе ($p=0,001$) и проведение реперфузионной терапии ($p=0,02$).

Методом бинарной логистической регрессии была построена прогностическая модель риска, позволяющая оценить вероятность развития неблагоприятного кардиоваскулярного события в госпитальном периоде ИМ. Зависимая переменная – комбинированная конечная точка. Предикторами выступили категориальные переменные.

Полученная регрессионная функция представлена уравнением (1):

$$P = \frac{1}{1 + e^{-z}} \quad (1)$$

$$z = -3,3257 + 2,2312 \times x_{\text{ЛР}} + 1,2359 \times x_{\text{ИМ}} + 0,8194 \times x_{\text{ЧКВ}}$$

где P – вероятность наступления неблагоприятного кардиоваскулярного события в течение госпитального периода ИМ,

$x_{\text{ЛР}}$ – ЛР (0 – отсутствие, 1 – наличие),

$x_{\text{ИМ}}$ – ИМ в анамнезе (0 – отсутствие, 1 – наличие),

$x_{\text{ЧКВ}}$ – проведение ЧКВ (0 – отсутствие, 1 – наличие).

Модель статистически значимая ($p < 0,01$). Коэффициент детерминации R^2 Найджелкерка равен 0,646. Чувствительность полученной модели составила 88,9%, специфичность – 83,3%, точность – 84,2%.

Для оценки качества полученной модели, кроме процента верных отнесений была построена ROC-кривая. Оценивалась площадь ROC-кривой (AUC), которая составила 0,8040. Полученные значения AUC свидетельствуют о высоком качестве данной прогностической модели.

При оценке отдаленных осложнений ИМ среди групп с наличием ЛР и отсутствием ЛР статистически значимых различий не выявлено.

Вывод. Для пациентов с ИМ установлена высокая частота выявления ЛР и ее тесная связь с развитием кардиоваскулярных осложнений в госпитальном, но не в отдаленном периоде заболевания.

Список источников:

1. *Adipokine and Cytokine Profiles of Epicardial and Subcutaneous Adipose Tissue in Patients with Coronary Heart Disease* / O. V. Gruzdeva, O. E. Akbasheva, Y. A. Dyleva [et al.] // *Bull. Exp. Biol. Med.* – 2017. – Vol. 163, № 5. – P. 608-611.
2. *Leptin and coronary heart disease: a systematic review and meta-analysis* / S. B. Chai, F. Sun, X. L. Nie [et al.] // *Atherosclerosis*. – 2014. – Vol. 233, № 1. – P. 3-10.
3. *Leptin, but not adiponectin, is a predictor of recurrent cardiovascular events in men: results from the LIPID study* / S. Söderberg, D. Colquhoun, A. Keech [et al.] // *Int. J. Obes. (Lond.)*. – 2009. – Vol. 33, № 1. – P. 123-130.
4. *Leptin predicts short-term major adverse cardiac events in patients with coronary artery disease* / V. P. Puurunen, A. Kiviniemi, S. Lepojärvi [et al.] // *Ann. Med.* – 2017. – Vol. 49, № 5. – P. 448-454.
5. *Serum leptin levels are independently related to the incidence of ischemic heart disease in a prospective study of patients with type 2 diabetes* / C. Vavruch, T. Länne, M. Fredrikson [et al.] // *Cardiovasc. Diabetol.* – 2015. – Vol. 14. – P. 62.
6. *Wallander, M. Leptin: a predictor of abnormal glucose tolerance and prognosis in patients with myocardial infarction and without previously known Type 2 diabetes* / M. Wallander, S. Söderberg, A. Norhammar // *Diabet Med.* – 2008. – Vol. 25, № 8. – P. 949-955.

АССОЦИАЦИЯ *rs2070874* ГЕНА *IL-4* С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 1-ГО ТИПА И АУТОИММУННЫМИ ТИРЕОПАТИЯМИ

Дзюба Екатерина Андреевна

Кемеровский государственный университет»

Научный руководитель: Маниковская Наталья Сергеевна, к.б.н., доцент

bzyuba.katya@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается ассоциация полиморфного варианта *rs2070874* гена *IL-4* с наиболее распространёнными аутоиммунными заболеваниями (АИЗ): сахарным диабетом 1-го типа (СД1) и диффузным токсическим зобом (ДТЗ), частота которых составляет примерно 20% от всех заболеваний. Посредством проведения собственного мета-анализа были получены данные о связи вариантного аллеля *T rs2070874* гена *IL-4* с риском развития ДТЗ. При этом у пациентов с СД1 чаще всего встречался вариант генотипа *C/C rs2070874*.

Ключевые слова: сахарный диабет 1 типа, цитокин, интерлейкин 4, однонуклеотидный полиморфизм (SNP), *rs2070874*, диффузный токсический зоб (болезнь Грейвса).

ASSOCIATION OF *rs2070874 IL-4* GENE WITH TYPE 1 DIABETES MELLITUS AND AUTOIMMUNE THYROPATHIES

Dzyuba E.A., Kemerovo State University

Manikovskaya N.S. PhD in biology, Kemerovo State University

Abstract. The article discusses the association of polymorphic variant *rs2070874* of the *IL-4* genes with the most common autoimmune diseases (AES): type 1 diabetes mellitus (DM1) and diffuse toxic goiter (DTG), the frequency of which is approximately 20% of all diseases. By conducting our own meta-analysis, data were obtained on the association of the variant allele *T rs2070874* of the *IL-4* gene with the risk of developing DTG. At the same time, genotype *rs2070874 C/C* was most often found in patients with DM1.

Keywords: diabetes mellitus, cytokine, interleukin 4, single nucleotide polymorphism (SNP), *rs2070874*, diffuse toxic goiter (Graves' disease).

В современном мире сахарный диабет и диффузный токсический зоб (ДТЗ) являются довольно частыми аутоиммунными заболеваниями (АИЗ). По данным международной диабетической федерации (IDF) в 2021 году количество больных диабетом во всем мире составило около 537 млн. человек, при этом численность больных людей возрастает с каждым годом, с прогнозируемым ростом к 2030 году до 643 млн., а к 2045 году до 783 млн. [6]. В ряде исследований отмечено, что семьи, в которых есть родственники больные СД 1 типа (СД1), более предрасположены к АИЗ щитовидной железы (АИЗ ЩЖ) – 48%, а около 50% больных СД1 имеют положительные антитела к тканям ЩЖ [2]. Оба этих заболевания имеют сложную природу и множество факторов риска, включая генетические. Последние исследования показали, что полиморфные варианты генов могут быть ассоциированы с вероятностью возникновения и развития этих заболеваний. В частности, генетические маркеры, такие как однонуклеотидные полиморфизмы (SNP) в генах *CTLA-4*, *PTPN22*, *HLA-DR3/DR4*, *FoxP3*, связанных с функцией ЩЖ и обменом глюкозы, могут влиять на распространенность и тяжесть этих заболеваний [2].

Важную роль в развитии СД1 и аутоиммунных тиреопатий играет баланс провоспалительных и противовоспалительных цитокинов, которые представляют собой белково-пептидные факторы, осуществляющие регуляцию межклеточных и межсистемных взаимодействий, и являются медиаторами иммунного ответа. Именно поэтому крайне актуальным является изучение SNP генов, которые кодируют различные цитокины как потенциальных кандидатов на риск развития АИЗ, в том числе и тиреопатий [1].

Одним из ключевых противовоспалительных цитокинов является интерлейкин 4 (*IL-4*) [5]. Продуктом этого гена является белок *IL-4* с молекулярной массой примерно 20 кД, который продуцируется Т-лимфоцитами. Для гена *IL-4* известны несколько однонуклеотидных полиморфизмов: *rs2243248*, *rs2243250*, *rs2243263*, *rs2227284*, *rs1801275*. При том один из них – *rs2070874* – ассоциирован с СД1 [4]. Это SNP, который расположен в 5'-нетранслируемой области первого экзона гена *IL-4* и благодаря этому может регулировать уровень выработки цитокинов [7]. Основанием для нашего интереса к этому SNP послужила статья Osman (2022). Автором была выдвинута гипотеза о том, что при СД1, *IL-4*, связанный с β -клетками, является мишенью для аутоиммунных клонов Т-клеток, развитию которых способствует избыток провоспалительных цитокинов

и/или недостаток противовоспалительных цитокинов, что в любом случае способствуют разрушению β -клеток поджелудочной железы. Исследование Osman (2022), в котором были задействованы 371 человек (180 имели диагноз СД1, 191 составили контрольную группу), проживающих в Саудовской Аравии, показало, что *rs2070874* (*IL-4*) выдал значимые различия с точки зрения частот аллелей ($p < 0,0065$), а также кодоминантных ($p < 0,026$) и рецессивных ($p < 0,0105$) модельных генотипов. Кроме того, различия оставались значимыми даже после применения поправки Бонферрони [7]. По данным Osman у пациентов с СД1 чаще всего встречался генотип *C/C rs2070874*, который связан с подавлением секреции *IL-4*. Это говорит о том, что низкий уровень противовоспалительных цитокинов способствует аутоиммунному поражению β -клеток.

Заслуживает внимание и ассоциация однонуклеотидного полиморфизма *rs2070874* гена *IL-4* с риском развития ДТЗ или болезни Грейвса (БГ). В 2017 году Yaqin с соавт. представили результаты мета-анализа по изучению этого вопроса. В общую выборку вошли 968 человек азиатской и европейской этнической принадлежности с диагнозом ДТЗ и 956 составили группу сравнения [8]. Согласно исследованиям, SNP *rs2070874* гена *IL-4* не показал значимой связи с БГ. Однако, следует помнить, что интерлейкин 4 относится к цитокинам *Th2*, обладающими противовоспалительными свойствами, снижающих выработку провоспалительных цитокинов [8]. Стоит отметить, что содержание *IL-4* положительно влияет на объем ЩЖ, а также поддерживает и усиливает гуморальный иммунный ответ клетками *Th2* [3]. На такой результат исследования могли повлиять различные факторы окружающей среды, дизайн исследования и ограниченный размер выборки. Именно поэтому после дополнительного изучения баз PubMed и PubMed Central, нами были найдены исследования других авторов, что позволило провести свой собственный мета-анализ. В нашем мета-анализе группа «случай» составила 1397 человек, группа «контроль» - 1289. Согласно полученным данным, обнаружено, что SNP *rs2070874* гена *IL-4* имеет ассоциацию с риском развития ДТЗ в доминантной модели (ТТ + ТС по сравнению с СС: OR=1,18, 95% CI=1,00–1,39, $p=0,1337$). Выявленная ассоциация не сохранилась после расчета скорректированного значения «р» (поправка Бонферрони). Также при проверке публикаций на гетерогенность, были получены значения $I^2 \geq 50\%$, поэтому в мета-анализе использовалась модель «случайных эффектов», кроме доминантной модели (ТТ + ТС против СС), где значение $I^2 \leq 50\%$, и использовалась модель «фиксированных эффектов». Для данной генетической модели приведена диаграмма «Форест-плот» (рис.1).

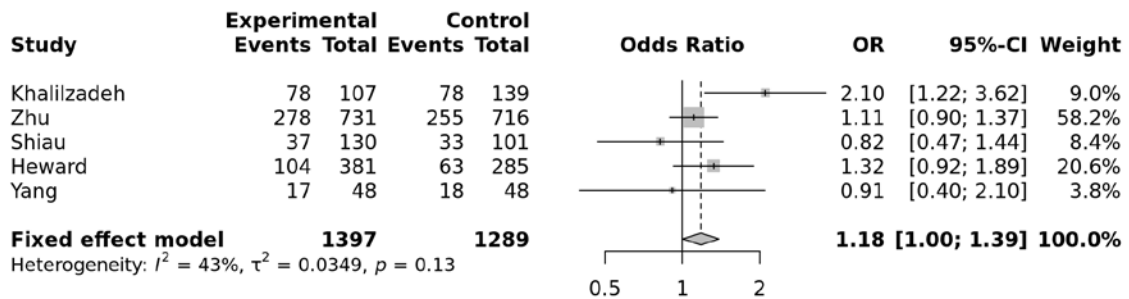


рис.1 Forest-plot для определения связи между полиморфизмом *rs2070874* гена *IL-4* и болезнью Грейвса

Для оценки систематической ошибки публикации был построен воронкообразный график «Фанел-плот», и проведен тест Эггера, который не выявил признаков систематической ошибки публикации (значение $p=0,8616$) (рис.2).

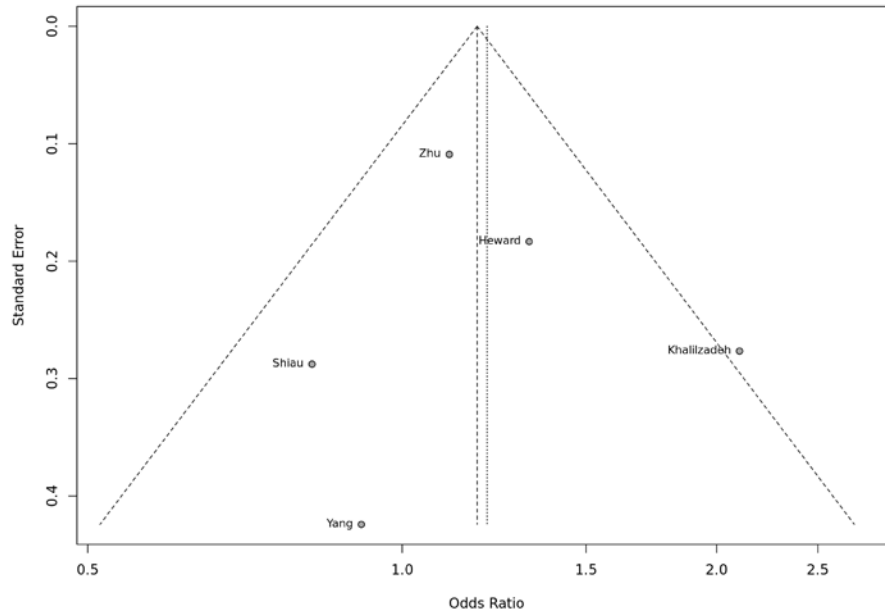


рис.2 График *funnel-plot* данных мета-анализа в доминантной модели наследования (TT + TC против CC) для SNP rs2070874 при ДТЗ

Исходя из полученных нами данных, можно сделать предположение, что вариантный аллель *T* rs2070874 гена *IL-4* способствует риску развития ДТЗ в человеческой популяции в целом. В то же время у пациентов с СД1 чаще всего встречался генотип *C/C* rs2070874. Оба этих заболевания связаны с нарушением секреции интерлейкина 4: подавление секреции интерлейкина 4 является риском развития СД1, а его чрезмерная секреция ведет к риску развития ДТЗ. Однако, на наш взгляд, количество проведенных исследований недостаточно, чтобы судить о прямой связи этих заболеваний с *IL-4*. Именно поэтому стоит проводить дальнейшие исследования *IL-4*, для установления ассоциации с БГ и СД1.

Список источников:

1. Маниковская Н. С., Бородинка Д. А., Мирончик И. Б., Дяченко Т. А., Винникова Г. А., Тойчубек А. К вопросу об ассоциации полиморфизмов генов некоторых цитокинов и их роли при аутоиммунной патологии щитовидной железы (обзор литературы) // Тенденции развития науки и образования. 2022. Р. 85-88 [Электронный ресурс] - URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_49161108_95311257.pdf (дата обращения: 13.01.2025)
2. Репина Е. А. Общие генетические маркеры сахарного диабета 1 типа и аутоиммунных заболеваний щитовидной железы // Сахарный диабет. 2011/2. Р. 23-31 [Электронный ресурс] - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obshchie-geneticheskie-markery-saharnogo-diabeta-1-tipa-i-autoimmunnyh-zabolevaniy-schitovidnoy-zhelezy> (дата обращения: 13.01.2025)
3. Саприна Т. В. Особенности продукции и рецепции интерлейкина-2 и интерлейкина-4 при аутоиммунных tireopatiyah // Медицинская иммунология. 2012. Р. 365-372 [Электронный ресурс] - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-produktsii-i-retseptsii-interleykina-2-i-interleykina-4-pri-autoimmunnyh-tireopatiyah/viewer> (дата обращения: 13.01.2025)
4. Chen S., Cao R., Liu C., Tang W., Kang M. Investigation of IL-4, IL-10, and HVEM polymorphisms with esophageal squamous cell carcinoma: a case-control study involving 1929 participants // Biosci. 2020. Aug 11;40(8) [Electronic resource] - URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7419785> (date of treatment: 10.01.2025)
5. Haider M. Z., Rushood M. A., Alsharhan H., Rasoul M. A., Al-Mahdi M., Al-Kandari H. Association of interleukin-4, interleukin-13 gene polymorphisms, HLA-DQ and DR genotypes with genetic susceptibility of type-1 Diabetes Mellitus in Kuwaiti children // Pediatric Endocrinology Volume 11. 2023. [Electronic resource] - URL: <https://www.frontiersin.org/journals/pediatrics/articles/10.3389/fped.2023.1118137/full> (date of treatment: 10.01.2025)
6. International Diabetes Federation [Electronic resource] - URL: <https://idf.org/about-diabetes/diabetes-facts-figures/> (date of treatment: 15.01.2025)
7. Osman A. E., Brema I., AlQurashi A., Al-Jurayyan A., Bradley B., Hamza M. Single nucleotide polymorphism rs2070874 at Interleukin-4 is associated with increased risk of type 1 diabetes mellitus independently of human leukocyte antigens // Immunopathol Pharmacol. 2022. Apr 11;36 [Electronic resource] - URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9006359/> (date of treatment: 15.01.2025)
8. Yaqin T, Guorun F., Tianshu Z., Xiong C., Wen K. Association between polymorphism within interleukin related genes and Graves' disease: a meta-analysis of 22 case-control studies // Oncotarget. 2017. Aug 10;8(58) [Electronic resource] - URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5716784/#s2> (date of treatment: 15.01.2025)

ВЛИЯНИЕ ВОЗРАСТА НА ЭКСПРЕССИЮ ЦЕРАМИД-МЕТАБОЛИЗИРУЮЩИХ ФЕРМЕНТОВ В ЖИРОВОЙ ТКАНИ ПАЦИЕНТОВ С ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА

Долматова Софья Евгеньевна

*Кемеровский государственный медицинский университет, Научно-исследовательский
институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний*

Научный руководитель: Груздева Ольга Викторовна, д.м.н., профессор РАН

soniad3009@mail.ru

Аннотация. Целью исследования было выявление особенностей экспрессии генов ферментов синтеза de novo и ферментов деградации церамидов (Cer) в жировой ткани (ЖТ) различной локализации у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями в зависимости от возраста. Результаты свидетельствуют о модуляции синтеза и накоплении Cer в ЖТ сердечной локализации с возрастом. Вероятно, ЖТ сердечной локализации подвергается более глубокому возрастному ремоделированию, что может приводить к накоплению Cer в эпикардальной ЖТ и периваскулярной ЖТ.

Ключевые слова: экспрессия генов ферментов, синтез церамидов, деградация церамидов, возраст, ишемическая болезнь сердца.

THE EFFECT OF AGE ON THE EXPRESSION OF CERAMIDE-METABOLIZING ENZYMES IN THE ADIPOSE TISSUE OF PATIENTS WITH CORONARY ARTERY DISEASE

*Dolmatova S.E., Kemerovo State Medical University, Research Institute for Complex Issues
of Cardiovascular Diseases*

*Gruzdeva O.V., Professor RAS, Kemerovo State Medical University, Research Institute for Complex Issues
of Cardiovascular Diseases*

Abstract. The aim of the study was to identify the features of gene expression of de novo synthesis enzymes and ceramide (Cer) degradation enzymes in adipose tissue (AT) of various localization in patients with cardiovascular diseases, depending on age. These results indicate the modulation of synthesis and accumulation of Cer in the AT ventricular localization with age. It is likely that the AT ventricular localization undergoes deeper age-related remodeling, which can lead to the accumulation of Cer in the epicardial AT and perivascular AT.

Key words: enzyme gene expression, ceramide synthesis, ceramide degradation, age, coronary heart disease

Известно, что с увеличением возраста жировая ткань (ЖТ), которая является не только местом хранения, но и активным эндокринным органом, претерпевает значительные изменения. Ремоделирование ЖТ включает перераспределение отложений и состава параллельно с функциональными нарушениями, такими как дефектный адипогенез, воспаление, выработка адипоцитокинов и резистентность к инсулину. Старение ЖТ влияет и на другие органы, способствуя аккумуляции липидов в не предназначенных для их хранения местах, что приводит к системному воспалению, нарушению работы метаболической системы и ускорению процессов старения [9]. Недавние достижения в области липидомии позволили изучить сложный липидный состав ЖТ и его роль в метаболических нарушениях при ожирении, сахарном диабете и сердечно-сосудистых заболеваниях (ССЗ). Кроме того, липидомия способствовала значительно более глубокому пониманию молекулярных механизмов, лежащих в основе этих нарушений, идентификации биоактивных липидных медиаторов и потенциальных терапевтических мишеней [3]. Среди всех липидов особое внимание уделяется церамидам (Cer) и их метаболитам. Считается, что накопление Cer наиболее опасно, поскольку ведет к липотоксичности, вызывающей ряд клеточных дисфункций, лежащих в основе различных кардиометаболических заболеваний, в том числе ишемической болезни сердца (ИБС) [10]. В экспериментальных работах показано значительное увеличение уровней Cer в стареющих клетках и мышцах [8]. Cer способны модулировать сигнальные пути, участвующие в регуляции метаболизма глюкозы, синтеза триацилглицеридов (ТАГ), развитии апоптоза, фиброза и атеросклероза. Но до сих пор не определено, происходит ли модуляция Cer в ответ на типовые патологические процессы, такие как окислительный стресс, эндотелиальная дисфункция, гипоксия, воспаление, или же Cer активно участвуют в развитии заболеваний, вызывая дисфункциональные изменения в органах и тканях [10]. Содержание Cer в адипоцитах зависит от соотношения процессов их образования и утилизации, что

особенно важно для эпикардиальной (ЭЖТ) и периваскулярной ЖТ (ПВЖТ), локализованных в непосредственной близости от очага поражения при ИБС [6]. Ингибирование синтеза либо ускорение деградации Сег приводит к снижению их уровня и облегчает течение атеросклероза [2]. Стратегия снижения/нормализации уровней Сег при ИБС, инфаркте миокарда, артериальной гипертензии привлекает все большее внимание исследователей. Ранее нами продемонстрирована активация синтеза Сег de novo в ЖТ эпикардиальной локализации при коронарогенной патологии, что может приводить к аккумуляции Сег, потенцируя ряд патологических процессов, ассоциированных с атеросклерозом. Деградация Сег на сфингозин и свободные жирные кислоты (ЖК) в аппарате Гольджи опосредуется ферментом церамидазой. В сердце экспрессируется кислая церамидаза (ASAH1), сверхэкспрессия которой снижает интенсивность гибели кардиомиоцитов и обеспечивает кардиопротекцию [5]. Кроме того, Сег являются субстратом для фермента сфингомиелинсинтазы (SMS), имеющей несколько изоформ. SMS1 отвечает за синтез сфингомиелина (SM) в аппарате Гольджи (SGMS1), а SMS2 в плазматической мембране (SGMS2). Повышенное содержание SM (образовавшегося под действием SGMS1 и SGMS2) в стенке аорты и плазме ассоциировано с атеросклерозом [11]. Изучение старения ЖТ является потенциальной стратегией увеличения продолжительности жизни населения. Поскольку ЖТ может играть ключевую роль в процессе старения и быть терапевтической мишенью для лечения возрастных заболеваний, необходимо ее дальнейшее исследование. Для раннего выявления пациентов высокого риска активно изучается изменение уровней циркулирующих Сег в зависимости от возраста [1, 7]. Однако данные об уровне экспрессии генов ферментов Сег в ЖТ сердца и сосудов, и их связи с возрастом практически отсутствуют [4].

Цель исследования: выявление особенностей экспрессии генов ферментов синтеза Сег de novo и ферментов деградации церамидов в жировых депо различной локализации у пациентов с ССЗ в зависимости от возраста.

Материалы и методы. Экспрессия генов ферментов синтеза de novo и деградации Сег в локальных жировых депо определена у 60 пациентов с ИБС. У всех обследованных проведена прямая реваскуляризация миокарда методом коронарного шунтирования (КШ). Критерии включения: наличие клиники стенокардии I-III ФК и/или постинфарктного кардиосклероза, показаний к КШ (с учетом данных коронарографии), согласие на проведение исследования. Критерии исключения: отказ от участия, возраст старше 80 лет, наличие клинически значимой сопутствующей патологии в анамнезе или выявленной на госпитальном этапе. Во время аортокоронарного шунтирования получали образцы локальных жировых депо различной локализации: подкожной ЖТ (ПЖТ) (подкожная клетчатка нижнего угла средостенной раны), ЭЖТ (правые отделы сердца - предсердие и желудочек), ПВЖТ (область ствола левой коронарной артерии) массой 3-5 г, которые подвергались криогенной заморозке в жидком азоте и хранению при температуре -150°C . Экспрессия генов ферментов синтеза Сег de novo (субъединиц C1 и C2 серин-пальмитоилтрансферазы - SPTLC1, SPTLC2; церамидсинтазы 1-6 - CERS1-6; дигидроцерамиддесатуразы - DEGS1) и деградации Сег (ASAH1, SMS 1 и 2 - SGMS1 и SGMS2) оценена при помощи количественной полимеразной цепной реакции. Подробное описание экстракции РНК и количественной полимеразной цепной реакции в реальном времени для определения экспрессии генов ферментов синтеза de novo и деградации Сег приведено в ранее опубликованной нами работе [4]. Статистическая обработка полученных данных проводилась с помощью GraphPad Prism 8 (GraphPad Software). Результаты представлены в виде медианы (Me), 25-го и 75-го перцентилей. Для выявления различий между группами использовали непараметрические критерии. Сравнение трех независимых групп проводили при помощи критерия Краскела - Уоллиса с последующим попарным сравнением U-критерия Манна-Уитни. Категориальные переменные, выраженные в процентах, сравнивали с применением критерия χ^2 или точного критерия Фишера. Различия считали статистически значимыми при достигнутом уровне значимости $p < 0,05$ на всех этапах статистического анализа.

Результаты. С учетом того, что дислипидемия, как и экспрессия церамид-метаболизующих ферментов, ассоциирована с возрастом, нами оценен липидный спектр пациентов. Пациенты с ИБС были разделены на три возрастные группы: моложе 60 лет, 60–74 года и 75 лет и старше. При межгрупповом сравнении показатели липидного спектра статистически значимо не различались в зависимости от возраста.

Далее определена экспрессия генов ферментов синтеза Сег de novo. Установлено, что максимальный уровень матричной РНК (мРНК) гена основной (регуляторной) субъединицы C1 ключевого фермента синтеза Сег de novo серинпальмитоилтрансферазы (SPTLC1) наблюдался в ЖТ сердечной локализации (ЭЖТ и ПВЖТ) пациентов с ИБС 75 лет и старше. Экспрессия гена CERS1, церамидсинтазы, продуцирующей Cer18:0, была минимальна в ЭЖТ и ПЖТ в группе 60–74 лет. При этом самые высокие уровни мРНК CERS1 наблюдались у лиц 75 лет и старше независимо от локализации ЖТ. Низкие уровни мРНК CERS2, синтезирующей Cer20:0, 22:0, 24:0, 24:1, 26:0, выявлены в ЖТ сердечной локализации у пациентов младше 60 лет, в отличие от ПЖТ, где ее концентрация оказалась максимальной. Наибольшая экспрессия гена CERS2 в ЭЖТ наблюдалась в группе лиц 60–74 лет, в ПВЖТ - 75 лет и старше. Максимальная экспрессия гена CERS3, ответственной за продукцию Cer22–26, выявлена у лиц 75 лет и старше во всех типах ЖТ, наименьшая - в группе младше 60 лет.

Самый высокий уровень мРНК CERS4 (Cer18:0, Cer20:0) в ЖТ независимо от локализации отмечался у пациентов 75 лет и старше. Экспрессия генов CERS5 и CERS6, продуцирующих Cer14:0 и Cer16:0, в ПЖТ и ПВЖТ была максимальной в группе 75 лет и старше, тогда как в ЭЖТ - у пациентов 60–74 лет. При этом минимальная экспрессия CERS5 и CERS6 во всех типах ЖТ выявлена в группе моложе 60 лет. Уровни мРНК DEGS1, катализирующей добавление характерной 4,5-транс-двойной связи в дигидроцерамиды, которая придает Cer уникальные свойства для индукции апоптоза, аутофагии и окислительного стресса, различались только в ЖТ подкожной локализации: наибольший уровень выявлен у пациентов старше 75 лет, минимальный - младше 60 лет. В ЖТ сердечной локализации (ЭЖТ и ПВЖТ) статистически значимые различия не обнаружены.

Затем мы изучили экспрессию генов ферментов, утилизирующих Cer. Установлено, что у пациентов с ИБС 75 лет и старше самая высокая экспрессия гена ASAH1, отвечающей за деградацию Cer на сфингозин и свободные ЖК, независимо от локализации ЖТ; она превышала показатели у лиц младше 60 лет и 60–74 лет в ПЖТ и у больных моложе 60 лет в ЭЖТ и ПВЖТ. Максимальные уровни мРНК генов SMS 1 и 2 (SGMS1 и SGMS2), преобразующих Cer в SM, выявлены в группе 60–74 лет во всех типах ЖТ.

Вывод. Мы показали, что локальные жировые депо пациентов с ИБС различались по уровню экспрессии генов ферментов синтеза *de novo* и деградации Cer в зависимости от возраста. Полученные результаты свидетельствуют о модуляции синтеза Cer и их накоплении преимущественно в ЖТ эпикардальной и периваскулярной локализации при ИБС с возрастом. Наблюдаемое увеличение экспрессии генов ферментов может быть обусловлено рядом причин: избытком ЖК, гипоксией, воспалением, активацией TLR4 рецепторов на адипоцитах. Благодаря множеству метаболических эффектов использование Cer в качестве биомаркеров и мишеней персонализированной терапии перспективно для выявления больных высокого риска и улучшения лечебно-диагностических стратегий при ССЗ. Регуляция метаболизма Cer за счет коррекции экспрессии генов ферментов их синтеза и распада представляет собой привлекательную терапевтическую стратегию уменьшения уровней Cer в плазме и периферических тканях, в том числе в сердце и сосудах, и имеет огромные перспективы в лечении многих сердечно-сосудистых патологий. Однако наше исследование имеет определенные ограничения. Во-первых, оно одноцентровое, во-вторых, размер выборки небольшой. Поэтому необходимо проведение дальнейших исследований, чтобы оценить влияние церамидного профиля жировой ткани на диагностику, прогноз и лечение ССЗ.

Список источников:

1. Carrard J., Gallart-Ayala H., Weber N., Colledge F. et al. How ceramides orchestrate cardiometabolic health-an ode to physically active living. *Metabolites*. 2021;11(10):675. DOI: 10.3390/metabo11100675
2. Chaurasia B., Tippetts T.S., Monibas R.M., Liu J. et al. Targeting a ceramide double bond improves insulin resistance and hepatic steatosis. *Science*. 2019;365(6451):386–92. DOI: 10.1126/science.aav3722
3. Cho Y.K., Lee S., Lee J., Doh J. et al. Lipid remodeling of adipose tissue in metabolic health and disease. *Exp. Mol. Med.* 2023;55(9):1955–73. DOI: 10.1038/s12276-023-01071-4
4. Gruzdeva O., Dyleva Y., Belik E., Uchasova E.G. et al. Expression of ceramide-metabolizing enzymes in the heart adipose tissue of cardiovascular disease patients. *Int. J. Mol. Sci.* 2023;24(11):9494. DOI: 10.3390/ijms24119494
5. Hadas Y., Vincek A.S., Youssef E., Žak M.M. et al. Altering sphingolipid metabolism attenuates cell death and inflammatory response after myocardial infarction. *Circulation*. 2020;141(11):916–30. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.119.041882
6. Iacobellis G. Epicardial adipose tissue in contemporary cardiology. *Nat. Rev. Cardiol.* 2022;19(9):593–606. DOI: 10.1038/s41569-022-00679-9
7. Kim K.I. Risk stratification of cardiovascular disease according to age groups in new prevention guidelines: a review. *J. Lipid Atheroscler.* 2023;12(2):96–105. DOI: 10.12997/jla.2023.12.2.96
8. Li S., Kim H.E. Implications of sphingolipids on aging and age-related diseases. *Front. Aging.* 2022;2:797320. DOI: 10.3389/fragi.2021.797320
9. Ou M.Y., Zhang H., Tan P.C., Zhou S.B. et al. Adipose tissue aging: mechanisms and therapeutic implications. *Cell Death Dis.* 2022;13(4):300. DOI: 10.1038/s41419-022-04752-6
10. Poss A.M., Summers S.A. Too much of a good thing? An evolutionary theory to explain the role of ceramides in naflD. *Front. Endocrinol.* 2020;11:505. DOI: 10.3389/fendo.2020.00505
11. Yu Z., Peng Q., Huang Y. Potential therapeutic targets for atherosclerosis in sphingolipid metabolism. *Clin. Sci. (Lond.)*. 2019;133(6):763–76. DOI: 10.1042/CS20180911

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ РАЗЛИЧНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ОЖИРЕНИЯ У КАРДИОХИРУРГИЧЕСКИХ ПАЦИЕНТОВ С ПРИОБРЕТЕННЫМИ ПОРОКАМИ СЕРДЦА

Дрень Елена Владимировна,

Ляпина Ирина Николаевна, Барбараш Ольга Леонидовна

*Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых
заболеваний*

Научный руководитель: Барбараш Ольга Леонидовна, д.м.н., академик РАН

e.tolpekina.v@mail.ru

Аннотация. Большинство методик определения содержания жира в организме методов довольно трудоемки, не повсеместно доступны по сравнению с биоимпедансными весами. Учитывая полученные в нашем исследовании данные о вкладе различных составляющих ожирения согласно биоимпедансному анализу в более тяжелый функциональный статус и характер ремоделирования сердца следует, что использование данной методики оценки состава массы тела является важным дополнительным инструментом в дооперационной оценке тяжести состояния пациентов с приобретенным пороком сердца.

Ключевые слова: приобретенный порок митрального клапана, биоимпедансометрия, компонентный состав тела, ожирение, избыточное содержание жира.

A MODERN APPROACH TO ASSESSING VARIOUS COMPONENTS OF OBESITY IN CARDIAC SURGERY PATIENTS WITH VALVULAR HEART DISEASES

*Dren E.V., Lyapina I.N., Barbarash O.L., Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular
Diseases*

Barbarash O.L., MD, Academician of the RAS, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases

Abstract. Most methods for determining body fat content are quite labor-intensive and not widely available compared to bioimpedance scales. Given the data obtained in our study on the contribution of various components of obesity according to bioimpedance analysis to a more severe functional status and the nature of cardiac remodeling, it follows that the use of this method for assessing body mass composition is an important additional tool in preoperative assessment of the severity of the condition of patients with acquired heart disease.

Keywords: acquired mitral valve disease, bioimpedancemetry, body composition, obesity, excess fat.

Цель исследования: изучить связь показателей биоимпедансного анализа компонентов состава тела с тяжестью заболевания у пациентов с приобретенным пороком митрального клапана (ППМК).

Материал и методы. В исследование включены 45 пациентов, госпитализированных для хирургической коррекции ППМК неинфекционного генеза. Всем пациентам выполнялось стандартное клинко-инструментальное обследование, а также до операции проводился биоимпедансный анализ с целью определения компонентного состава тела пациентов. На основании данных биоимпедансометрии пациенты были разделены на группы в зависимости от избыточного ($n=26$, 57,8 %) или нормального ($n=19$, 42,2 %) процентного содержания жира в организме.

Результаты. Среднее содержание жира в организме у пациентов с ППМК было повышено как у женщин, так и у мужчин. У пациентов с избыточным содержанием жира наиболее часто имела место хроническая болезнь почек 3А стадии и выше ($p=0,0114$), данные пациенты значимо чаще курили (в прошлом или на настоящий момент) ($p=0,04$) по сравнению с лицами без избытка жира. По данным однофакторного линейного регрессионного анализа, увеличение содержания жира в организме на 1% ассоциировано с уменьшением дистанции теста шестиминутной ходьбы на В-коэффициент $-3,6825$ ($p=0,0376$), а также с увеличением размера левого предсердия на В-коэффициент $0,02316$ ($p=0,034$). Увеличение висцерального жира на 1 условную единицу по данным биоимпедансометрии ассоциировано с увеличением массы миокарда левого желудочка на В-коэффициент $8,1166$ ($p=0,0015$). Наличие висцерального ожирения по данным биоимпедансометрии ассоциируется с увеличением шанса выявления ритма фибрилляции предсердий/трепетания предсердий у пациентов с ППМК до операции в 3,6 раз (95 % ДИ $0,9848 - 13,1598$, $p=0,0458$).

Заключение. Увеличение содержания жира в организме согласно данным биоимпедансометрии, ассоциируется с худшим функциональным статусом пациентов, более выраженным ремоделированием левых камер сердца и более высоким риском выявления нарушений ритма сердца по типу фибрилляции/трепетания предсердий до кардиохирургической коррекции порока клапанов сердца.

Список источников:

1. Дрень Е.В., Ляпина И.Н., Печерина Т.Б., и др. Фенотип современного пациента с приобретёнными пороками клапанов сердца: обзор литературы // *CardioСоматика*. – 2023. – Т. 14, № 4. С. 269–282.
2. Гайворонский И.В., Ничипорук Г.И., Гайворонский И.Н., и др. Биоимпедансометрия как метод оценки компонентного состава тела человека (обзор литературы) // *Вестник Санкт-Петербургского университета. Медицина*. – 2017. – Т. 12, № 4. С. 365-384.
3. Гриценко О.В., Чумакова Г.А., Ельчанинова С.А., и др. Липотоксическое поражение миокарда при ожирении. *CardioСоматика*. – 2017. – Т. 8, № 4. С. 36–40
4. Сагитова Г.Р., Антонова А.А., Давыдова О.В., и др. Морфофункциональные изменения сердца при ожирении // *Главный врач Юга России*. – 2023. – Т. 2, № 88. С. 17-18.
5. Larsson S.C., Bäck M., Rees J.M.B., et al. Body mass index and body composition in relation to 14 cardiovascular conditions in UK Biobank: a Mendelian randomization study // *Eur Heart J*. – 2020. – 41, № 2. С. 221-226.

АССОЦИАЦИЯ ПОЛИМОРФНОГО ВАРИАНТА RS965513 ГЕНА *FOXE1* С РИСКОМ РАЗВИТИЯ ПАПИЛЛЯРНОГО РАКА ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Казанцева Маргарита Евгеньевна

Кемеровский государственный университет

Научный руководитель: Маниковская Наталья Сергеевна, к.б.н., доцент

marevkaz@gmail.com

Аннотация. Рассматривается роль полиморфного варианта *rs965513* (*G>A*) гена *FOXE1* с риском развития онкологии щитовидной железы, в особенности папиллярного рака щитовидной железы. Для оценки связи между *rs965513* с исследуемым заболеванием проведен мета-анализ с использованием относительно крупных выборок из 8 исследований, представленных в базах данных PubMed. Было показано, что *rs965513* несет ассоциации с раком щитовидной железы для представителей европеоидной и монголоидной расы.

Ключевые слова: щитовидная железа, онкология, папиллярный рак, *FOXE1*, *rs965513*.

RESEARCH OF THE RS965513 POLYMORPHIC VARIANT OF THE *FOXE1* GENE IN THE RISK OF DEVELOPING THYROID

Kazantseva M.E., Kemerovo State University»

Manikovskaya N.S., PhD in biology, Kemerovo State University

Abstract. The role of the *rs965513* (*G>A*) polymorphism of the *FOXE1* gene with the risk of developing thyroid cancer, especially papillary thyroid cancer, is considered. A meta-analysis was performed using relatively large samples of 8 studies presented in the PubMed databases, which showed that *rs965513* is associated with thyroid cancer for representatives of the Caucasian and Mongoloid races.

Keywords: Thyroid gland, oncology, papillary cancer, *FOXE1*, *rs965513*.

Онкология щитовидной железы (ЩЗ), проявляясь в злокачественном опухолевом новообразовании железистой ткани, включает несколько категорий, а именно: недифференцированный рак ЩЗ, медулярный и анапластический, и дифференцированный, включающий папиллярный, фолликулярный виды рака и опухоли из клеток Гюртле [10]. Хорошо дифференцированный рак ЩЗ составляет 95 % всех случаев рака ЩЗ и обычно связан с хорошим прогнозом и выживаемостью при ранней диагностике. С другой стороны, низко- или недифференцированная анапластическая карцинома, хотя и является редким раком, почти всегда приводит к летальному исходу [13]. Среди всех видов рака ЩЗ папиллярный рак является наиболее распространенной формой злокачественного новообразования, составляя приблизительно 80 % всех случаев [21]. Данный подтип рака может возникнуть в любом возрасте и порой диагностируется как врожденная опухоль [3]. Обычно он обнаруживается в течение третьего–пятого десятилетия жизни пациента, учитывая, что заболеваемость увеличивается с возрастом, что особенно справедливо для женщин, сталкивающихся с папиллярным раком ЩЗ чаще мужчин в соотношении от 2:1 до 4:1 [14]. Предполагаемые факторы риска включают уже имеющиеся доброкачественные заболевания ЩЗ или наличие семейного анамнеза по данному подтипу рака [12].

Существует множество однонуклеотидных полиморфизмов, ассоциированных с папиллярным раком ЩЗ, в том числе близких к гену *FOXE1*, фактору транскрипции ЩЗ. Данный ген расположен на длинном плече девятой хромосомы (9q22) у человека и кодирует ДНК-связывающий белок, принадлежащий к семейству вилкообразных или крылатых спиралей, суперсемейству эволюционно консервативных регуляторов транскрипции, которые имеют общую высококонсервативную коробку вилкообразной головки или ДНК-связывающий домен крылатой спирали (FHD). Наряду с другими специфичными для ЩЗ факторами транскрипции, как *NKX2-1* и *PAX8*, *FOXE1* играет решающую роль в нормальном развитии изучаемого органа.

Экспрессия *FOXE1* определяет спецификацию группы клеток вентральной энтодермы уже на 20–22 день после оплодотворения [9]. На 30–40-й день клетки зачатка ЩЗ начинают мигрировать вниз к своему конечному положению в трахее, одновременно пролиферируя и расширяясь в латеральном направлении в ходе процесса, известного как дольчатость, который завершается, когда ЩЗ достигает своего окончательного положения на 45–50-й день. По завершении полной дифференциации и органогенеза, когда на 70-й день после оплодотворения ЩЗ полностью формируется, *FOXE1* выступает активатором транскрипции генов тиреопероксидазы (ТРО) и тиреоглобулина (Тг), экспрессия которых не только ограничивается тканью железы [5], но и находится под гормональным контролем. Так, тиреотропный гормон (ТТГ) гипофиза через цАМФ, инсулин и инсулиноподобный фактор роста I (IGF-I) положительно влияет на экспрессию генов Тг и ТРО [17], дефекты которых наиболее часто вызывают дисгормоногенез. Объясняется данная статистика ключевой ролью

тиреопероксидазы в окислении йодида для его ковалентной связи с остатками тирозина с последующим производством тиреоидных гормонов, в синтезе которых участвует тиреоглобулин, также ответственный за хранение йода [4].

Исследования ассоциаций выявили несколько SNP, четко связанных с папиллярным раком ЩЗ во многих популяциях, включая *rs965513* (G>A), обнаруженному в проксимальной области гена *FOXE1* на расстоянии приблизительно 57 т.п.н. от локуса данного тиреоид-специфического фактора транскрипции.

Взяв за основу результаты работ предшествующих авторов, отраженные в нижеприведенной таблице, мы провели собственный мета-анализ, целью которого явилось изучение ассоциации полиморфного варианта *rs965513* гена *FOXE1* с риском развития онкологии ЩЗ и папиллярного рака ЩЗ, в частности, в том числе с учетом стратификации популяций на европеоидную и монголоидную расы.

Автор, год	Страна	Опытная группа (N)			Контрольная группа (N)			pHWE	pHWE _{adj}
		G/G	G/A	A/A	G/G	G/A	A/A		
Owens (2021)	Ирландия	77	151	49	129	152	28	0,0744	0,3348 0,5096*
Zhang' (2020)	Китай	647	181	14	704	157	4	0,1274	0,3822 0,5096* 0,5096'
Jones' (2012)	Велико-британия	187	394	170	2748	2729	643	0,3685	0,8291 0,9704* 0,737'
Gao' (2015)	Китай	111	141	45	267	262	65	0,9517	0,9704 0,9704* 0,9517'
Maillard (2015)	Франция	89	57	14	155	82	11	0,9704	0,9704 0,9704*
Pereda (2015)	Куба	83	91	29	118	81	13	0,8552	0,9704 0,9704*
Estrada-Florez (2016)	Колумбия	110	129	42	557	487	102	0,7616	0,9704 0,9704*
Damiola' (2014)	Франция	27	24	16	102	99	27	0,6923	0,9704 0,9704* 0,9231'
Крыкпаева (2018)	Казахстан	121	154	23	509	228	5	0,0001	0,0009

Примечания: N – число представителей в соответствующей группе; pHWE – уровень значимости отклонения частот генотипов от равновесного распределения Харди-Вайнберга; pHWE_{adj} – скорректированное значение для χ^2 (с поправкой Бонферрони); * – значения, полученные после исключения неподходящих для мета-анализа статей; ' – исследования и значения, рассматриваемые далее на ассоциацию с папиллярным раком ЩЗ.

Представителей обоих полов европеоидной и монголоидной этнических групп с широким возрастным диапазоном анализировали с помощью аллельного контраста и всех возможных вариантов носительства рискованного и эталонного аллелей, используя доминантную, рецессивную, сверхдоминантную, а также лог-аддитивные генетические модели наследования. Полученные результаты обобщены в таблице ниже.

Генетическая модель	Без стратификации		Европеоидная раса		Монголоидная раса	
	OR CI 95 %	P	OR CI 95 %	P	OR CI 95 %	P
Онкология щитовидной железы						
Контраст аллелей (А против G)	1,52 [1,32–1,75]	0,0018	1,86 [1,69–2,05]	0,13	1,33 [1,16–1,52]	0,95
Рецессивная модель (AA против AG + GG)	2,21 [1,93–2,55]	0,36	2,44 [2,06–2,90]	0,86	1,69 [1,20–2,40]	0,28
Доминантная модель (AA + AG против GG)	1,59 [1,29–1,97]	0,0002	1,90 [1,32–2,74]	0,03	1,34 [1,13–1,58]	0,98
Сверхдоминантная модель (AG против AA + GG)	1,24 [1,13–1,37]	0,53	1,19 [0,90–1,57]	0,10	1,18 [1,00–1,40]	0,89
AA против GG	2,63 [1,97–3,50]	0,02	3,60 [2,94–4,39]	0,28	1,93 [1,33–2,78]	0,38
AA против AG	1,75 [1,51–2,03]	0,75	1,85 [1,55–2,22]	0,76	1,50 [1,04–2,16]	0,34
AG против GG	1,44 [1,19–1,75]	0,0036	1,62 [1,09–2,41]	0,03	1,26 [1,06–1,50]	0,97
Папиллярный рак щитовидной железы						
Контраст аллелей (А против G)	1,50 [1,16–1,94]	0,0003	1,92 [1,73–2,13]	0,13	1,32 [1,14–1,53]	0,80
Рецессивная модель (AA против AG + GG)	2,29 [1,94–2,07]	0,10	2,48 [2,07–2,98]	0,86	1,62 [1,10–2,38]	0,13
Доминантная модель (AA + AG против GG)	1,56 [1,06–2,30]	0,00	1,81 [0,90–3,62]	0,02	1,34 [1,12–1,60]	0,84
Сверхдоминантная модель (AG против AA + GG)	1,27 [1,13–1,42]	0,15	1,06 [0,58–1,95]	0,03	1,20 [0,99–1,43]	0,69
AA против GG	2,68 [1,57–4,56]	0,01	3,71 [2,99–4,60]	0,17	1,86 [1,24–2,80]	0,18
AA против AG	1,78 [1,49–2,11]	0,29	1,87 [1,54–2,26]	0,47	1,44 [0,96–2,15]	0,17
AG против GG	1,40 [0,99–2,00]	0,0004	1,47 [0,65–3,33]	0,01	1,27 [1,05–1,53]	0,87

Примечания: OR – оценка отношения шансов; CI 95 % – 95 % доверительный интервал.

Таким образом, путем проведения мета-анализа исследуемого полиморфизма гена *FOXE1* без учета стратификации по расовому признаку, была установлена ассоциация с повышенным риском развития онкологии ЩЗ во всех генетических моделях. Это справедливо также для папиллярного рака ЩЗ, исключая лог-аддитивную модель наследования (AG против GG): OR=1,40, CI 95%=[0,99–2,00]. В обоих случаях наибольшее значение оценки шансов представлено в лог-аддитивной модели (AA против GG): OR=2,63, CI 95%=[1,97–3,50] и OR=2,68, CI 95%=[1,57–4,56] соответственно.

При проведении стратифицированного анализа среди представителей европеоидной расы было выявлено, что ассоциацию полиморфного варианта *rs965513* (G>A) гена *FOXE1* с повышенным риском онкологии ЩЗ подтверждают все генетические модели, кроме сверхдоминантной (AG против AA + GG): OR=1,19, CI 95%=[0,90–1,57]. В то же время для папиллярного рака ЩЗ ассоциация подтверждается рецессивной моделью наследования (AA против AG + GG): OR=2,48, CI 95%=[2,07–2,98]; а также лог-аддитивной моделью (AA против AG): OR=1,87, CI 95%=[1,54–2,26]. Что касается лог-аддитивной модели (AA против GG), то она вновь характеризуется наиболее высокими значениями оценки шансов: OR=3,60, CI 95%=[2,94–4,39] в первом и OR=3,71, CI 95%=[2,99–4,60] во втором случаях.

Среди представителей монголоидной расы с полиморфным вариантом *rs965513* (G>A) и повышенным риском развития онкологии ЩЗ подтверждают ассоциацию все генетические модели; тогда как с папиллярным раком ЩЗ ассоциацию с риском отражают рецессивная (AA против AG + GG): OR=1,62, CI 95%=[1,10–2,38]; доминантная (AA + AG против GG): OR=1,34, CI 95%=[1,12–1,60] и лог-аддитивная модели (AG против GG):

OR=1,27, CI 95%=[1,05–1,53]. Оценка шансов для лог-аддитивной модели (AA против GG) хотя и не контрастирует на фоне остальных моделей, но также принимает наиболее высокие значения: OR=1,93, CI 95%=[1,33–2,78] и OR=1,86, CI 95%=[1,24–2,80] соответственно.

Наиболее часто, а именно в половине приведенных расчетов, не показала ассоциаций полиморфного варианта rs965513 (G>A) гена *FOXE1* с повышенным риском злокачественного новообразования ЩЗ сверхдоминантная модель наследования (AG против AA + GG), предполагающая, что значение признака у обоих типов гомозигот одинаково между собой и отлично от гетерозиготы. Отсюда несложно сделать вывод о значимости вклада вариантного (рискового) аллеля A, которая увеличивается прямо пропорционально его накоплению, усиливая риск патогенеза. К аналогичным выводам приводит анализ оценки шансов для принимающей максимальные значения в каждом случае лог-аддитивной модели наследования, противопоставляющей вариантный гомозиготный генотип AA референтному гомозиготному GG.

Следовательно, для представителей европеоидной и монголоидной рас как при раке ЩЗ в целом, так и при папиллярной форме в частности, а также без учета стратификации по расовому признаку, справедливо замечание о накопительном эффекте изменяющего риск патогенеза в аддитивной манере вариантного аллеля A полиморфного варианта rs965513 (G>A) гена *FOXE1*.

Список источников:

1. Однуклеотидные полиморфизмы, ассоциированные со спорадическим папиллярным раком щитовидной железы, в казахской популяции / А. С. Крыкпаева [и др.] // Вестник ПАН. 2018. Т. 73. № 6. С. 431–435.
2. Кутихин А. Г., Южалин А. Е., Понасенко А. В. Современные тенденции статистической обработки данных и представления результатов в кандидатных генетико-эпидемиологических исследованиях // *Fundamental and clinical medicine*. 2017. Т. 2. № 2. С. 77–88.
3. Papillary Thyroid Cancer: Genetic Alterations and Molecular Biomarker Investigations / M. I. Abdullah, S. M. Junit, K. L. Ng [et al.] // *International Journal of Molecular Sciences*. 2019. Vol. 16. Is. 3. P. 450–460.
4. Increased Prevalence of TG and TPO Mutations in Sudanese Children With Congenital Hypothyroidism / R. J. Bruellman, Y. Watanabe, R. S. Ebrhim [et al.] // *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2020. Vol. 105. Is. 5. P. 1564–1572.
5. Damante, G. Thyroid-specific gene expression / G. Damante, R. D. Lauro // *Biochimica et Biophysica Acta*. – 1994. – № 1218 (3). – P. 255–266.
6. Contribution of ATM and FOXE1 (TTF2) to risk of papillary thyroid carcinoma in Belarusian children exposed to radiation / F. Damiola, G. Byrnes, M. Moissonnier [et al.] // *International Journal of Cancer*. 2014. Vol. 134. Is. 7. P. 1659–1668.
7. Clinical features of Hispanic thyroid cancer cases and the role of known genetic variants on disease risk / A. P. Estrada-Florez, M. E. Bohorquez, R. Sahasrabudhe [et al.] // *Medicine (Baltimore)*. 2016. Vol. 95. Is. 32.
8. Replication and Meta-Analysis of Common Gene Mutations in TTF1 and TTF2 with Papillary Thyroid Cancer / Y. Gao, F. Chen, S. Niu [et al.] // *Medicine (Baltimore)*. 2015. Vol. 94. Is. 36.
9. Fernandez L., Lopez-Marquez A., Santisteban P. Thyroid transcription factors in development, differentiation and disease // *Nature Reviews Endocrinology*. 2015. Vol. 11. P. 29–42.
10. Grimm D. Recent Advances in Thyroid Cancer Research // *International Journal of Molecular Sciences*. 2022. Vol. 23. Is. 9. P. 4631.
11. Thyroid cancer susceptibility polymorphisms: confirmation of loci on chromosomes 9q22 and 14q13, validation of a recessive 8q24 locus and failure to replicate a locus on 5q24 / A. M. Jones, K. M. Howarth, L. Martin [et al.] // *Journal of Medical Genetics*. 2012. Vol. 49. Is. 3. P. 158–163.
12. Malignant transformation of benign thyroid nodule is caused by prolonged H2O2 insult that interfered with the STAT3 pathway? / C. C. Lee, M. I. Abdullah, S. M. Junit [et al.] // *International Journal of Clinical and Experimental Medicine*. 2016. Vol. 9. Is. 9. P. 18601–18617.
13. Treatment and Prognosis of Anaplastic Thyroid Carcinoma: A Clinical Study of 50 Cases / T.-R. Liu, Z.-W. Xiao, H.-N. Xu [et al.] // *PLoS One*. 2016. Vol. 11. Is. 10.
14. LiVolsi V. A. Papillary thyroid carcinoma: an update // *Modern Pathology*. 2011. Vol. 24.
15. Common Variants at 9q22.33, 14q13.3, and ATM Loci, and Risk of Differentiated Thyroid Cancer in the French Polynesian Population / S. Maillard, F. Damiola, E. Clero [et al.] // *PLoS One*. 2015. Vol. 10. Is. 4.
16. Morillo-Bernal J., Fernandez L. P., Santisteban P. FOXE1 regulates migration and invasion in thyroid cancer cells and targets ZEB1 // *Endocrine-Related Cancer*. 2020. Vol. 27. Is. 3. P. 137–151.
17. Transcriptional Control of the Forkhead Thyroid Transcription Factor TTF-2 by Thyrotropin, Insulin, and Insulin-like Growth Factor I / L. Ortiz, M. Zannini, R. D. Lauro [et al.] // *Journal of Biological Chemistry*. 1997. Vol. 272, Is. 37.
18. FOXE1 polymorphism rs965513 predisposes to thyroid cancer in a European cohort / P. W. Owens, T. P. McVeigh, N. Miller [et al.] // *Endocrine Oncology*. 2021. Vol. 1. Is. 3. P. 1–8.
19. Common variants at the 9q22.33, 14q13.3 and ATM loci, and risk of differentiated thyroid cancer in the Cuban population / C. M. Pereda, F. Lesueur, M. Pertesi [et al.] // *BMC Genetics*. 2015. № 16. P. 22.
20. Association of rs944289, rs965513, and rs1443434 in TITF1/TITF2 with Risks of Papillary Thyroid Carcinoma and with Nodular Goiter in Northern Chinese Han Populations / X. Zhang, Y. Gu, Y. Li [et al.] // *International Journal of Endocrinology*. 2020. Vol. 1. P. 1–9.
21. Zhu X., Yao J., Tian W. Microarray technology to investigate genes associated with papillary thyroid carcinoma // *Molecular Medicine Reports*. 2015. Vol. 11. Is. 5.

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ КАЛЬЦИФИКАТОВ И ЛИПИДНОГО ОТЛОЖЕНИЯ В СТВОРКАХ АОРТАЛЬНЫХ КЛАПАНОВ И АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКОГО ПОРАЖЕНИЯ АОРТ АРОЕ^{-/-} МЫШЕЙ РАЗЛИЧНОГО ПОЛА И ВОЗРАСТА

Канонькина Анастасия Юрьевна^{1,2},

*Кондратьев Егор Андреевич¹, Тюрина Арина Евгеньевна¹, Морозова Александра Григорьевна¹,
Шишкова Дарья Кирилловна¹, Кутихин Антон Геннадьевич¹*

1 - Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний

2 - Кузбасский государственный аграрный университет имени В.Н. Полецкого

Научный руководитель: Кутихин Антон Геннадьевич, д.м.н., Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний

anastasiakanonykina@gmail.com

Аннотация. Проведен сравнительный анализ прогрессирования атеросклероза и развития кальцификации аортального клапана на классической животной модели – ApoE^{-/-} мышах разных групп возрастов и пола животных, продемонстрировавший, что старт доклинических испытаний химических соединений для профилактики атеросклероза и кальцинирующего аортального склероза целесообразно проводить, начиная либо с 1-го, либо с 6-го месяца жизни ApoE^{-/-} мышей (что соответствует юношескому и зрелому возрасту у людей).

Ключевые слова: кальцинирующий аортальный стеноз; атеросклероз; кальцификация аортального клапана; дислипидемия; ApoE^{-/-} мыши; животная модель; моделирование *in vivo*; доклинические испытания.

ASSESSMENT OF CALCIFICATION AND LIPID DEPOSITS IN AORTIC VALVE LEAFLETS AND AORTA IN APOE^{-/-} MICE OF DIFFERENT GENDER AND AGE

Kanonykina A.Yu., Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, Kuzbass State Agrarian University named after V.N. Poletskov

Kondratev E.A., Tyurina A.E., Morozova A.G., Shishkova D.K., Kutikhin A.G., Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases

Kutikhin A.G., MD, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases

Abstract. A comparative analysis of the progression of atherosclerosis and the development of aortic valve calcification was performed on a classic animal model – ApoE^{-/-} mice of different age groups and sexes of animals. It is advisable to start preclinical trials of chemical compounds for the prevention of atherosclerosis and calcifying aortic sclerosis starting either from the 1st or 6th month of life of ApoE^{-/-} mice (which corresponds to adolescence and adulthood in humans).

Keywords: calcifying aortic stenosis; atherosclerosis; calcification of the aortic valve; dyslipidemia; ApoE^{-/-} mice, animal model; *in vivo* modeling; preclinical tests.

На протяжении многих лет гиперлипидемические ApoE^{-/-} мыши являются классической моделью животных для изучения прогрессирования таких сердечно-сосудистых заболеваний, как атеросклероз и кальцинирующий аортальный стеноз. Генетико-физиологические особенности таких лабораторных животных позволяют использовать их в целях доклинических испытаний различных препаратов как для профилактики, так и для терапии. Для начала таких испытаний требуются знания о том, в каком возрасте начинают или замедляют свое развитие основные патологические процессы, такие как образование липидных бляшек в аорте и отложение липидов и кальцификатов в створках аортального клапана в контексте вышеупомянутых заболеваний. Согласно литературным данным, в возрасте одного года (что соответствует ≈ 60-74 годам у человека) у ApoE^{-/-} мышей стабильно детектируется сформированный атеросклероз аорты, поэтому данная временная точка считается основным возрастом выведения животных из эксперимента [1-3]. В данное исследование вошло пять возрастных групп мышей (1, 3, 6, 12 и 18 месяцев), у которых был проведен анализ липидного поражения эксплантированных аорт и анализ липидного и кальциевого поражения створок аортального клапана.

Цель: изучить возрастные и гендерные особенности динамики развития кальцификации аортального клапана, а также липидного поражения аортального клапана и аорты у мышей ApoE^{-/-} в возрастные периоды: 1, 3, 6, 12 и 18 месяцев.

Материалы и методы. В исследование было включено несколько возрастных групп (1, 3, 6, 12 и 18 месяцев) ApoE^{-/-} мышей, содержащихся на стандартной диете: 10 самок и 10 самцов в каждом возрасте. При достижении животными определенного возрастного этапа их выводили из эксперимента, после чего проводили изъятие рассеченной аорты (от дуги до бифуркации) и комплекса дуги аорты с частью левого желудочка, включающего аортальный клапан (АК). АК немедленно замораживали в специальной формочке с криогелем путем погружения в жидкий азот (-195 °С), после чего изготавливали серийные криосрезы. Полученные срезы окрашивали 2%-ным раствором ализаринового красного для анализа объема макро- и микрокальцификаций, а также масляным красным для визуализации липидных отложений в створках АК. Целые рассеченные аорты окрашивали масляным красным, после визуализировали на стереомикроскопе по принципу *en face* (т.е. интимой вверх). Полученные результаты визуализировали с использованием последовательной световой и флуоресцентной микроскопии, исследуя одни и те же поля зрения. Статистическую обработку данных проводили в программах ImageJ и GraphPad Prism 8.

Результаты. Анализ динамики развития атеросклероза показал, что основное накопление липидов в аорте ApoE^{-/-} мышей на стандартной диете происходит в возрасте от 6 до 18 месяцев. К 12-месячному возрасту у самцов наблюдалось более выраженное липидное поражение аорты (медиана в 12 и 18 месяцев составляла 23,33% и 26,26% соответственно) по сравнению с самками (медиана в 12 и 18 месяцев — 16,24% и 18,56% соответственно). Однако эти различия не достигли уровня статистической значимости ($p=0,86$ для 12 месяцев и $p=0,39$ для 18 месяцев). Полуколичественный анализ кальцификации створок показал прогрессирующее накопление кальция в створках аортального клапана у мышей ApoE^{-/-} с возрастом. У самцов процесс кальцификации начинался в период между 3 и 6 месяцами, тогда как у самок первые кальцификаты появлялись в возрасте от 6 до 12 месяцев. У обеих групп активная минерализация происходила в интервале от 6 до 12 месяцев, после чего процесс стабилизировался. Несмотря на то, что у самок наблюдалось более выраженное поражение створок аортального клапана (медиана в 12 и 18 месяцев составляла 4,64% и 5,74% соответственно) по сравнению с самцами (медиана в 12 и 18 месяцев — 4,08% и 5,01% соответственно), статистически значимых различий между группами не выявлено ($p=0,84$ для 12 месяцев и $p=0,99$ для 18 месяцев). Результаты анализа показали равномерное накопление липидов в створках АК самцов ApoE^{-/-} мышей с течением возраста. У самцов этот процесс был наиболее интенсивным в период с 3 до 12 месяцев, в то время как у самок пик липидного накопления наблюдался в интервалах с 1 до 3 месяцев и с 12 до 18 месяцев. До 6 месяцев у самок было выявлено более выраженное липидное поражение створок аортального клапана (медианы составляли 1,07 и 7,15, соответствующие срокам 1 и 3 месяца) по сравнению с самцами (медианы составляли 0,76 и 2,95, соответствующие срокам 1 и 3 месяца). Однако после 6 месяцев более значительное липидное поражение наблюдалось у самцов (медианы составляли 8,04; 13,50 и 16,16, соответствующие срокам 6, 12 и 18 месяцев) по сравнению с самками (медианы составляли 5,71; 9,27 и 14,47 соответственно). Тем не менее, в каждой временной точке различия не достигли статистической значимости ($p=0,76$; 0,85; 0,99; 0,79 и 0,99 соответственно).

Заключение. Основное накопление липидов в аорте и отложение кальция в створках АК у гиперлипидемических (ApoE^{-/-}) мышей на стандартной диете происходит в возрасте от 6 до 12 месяцев. Вместе с тем липидное поражение аортального клапана у ApoE^{-/-} мышей наблюдается уже в возрасте 1 месяца и данные процессы несколько сильнее выражены у самцов в сравнении с самками. Таким образом начало с 1 месяца позволяет тестировать препараты на самых ранних стадиях развития патологии, что может быть полезно для предотвращения начальных изменений. Начало с 6 месяцев дает возможность изучить действие соединений в период активной минерализации и накопления липидов, что более соответствует клиническим сценариям.

Работа выполнена при поддержке комплексной программы фундаментальных научных исследований СО РАН в рамках фундаментальной темы НИИ КПССЗ № 0419-2024-001 «Разработка новых фармакологических подходов к экспериментальной терапии атеросклероза, технологий серийного производства реактивов и расходных материалов для изучения физиологии и патофизиологии сердечно-сосудистой системы и программного обеспечения на основе искусственного интеллекта для автоматизированной диагностики патологий системы кровообращения и автоматизированного расчета сердечно-сосудистого риска» при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках национального проекта «Наука и университеты».

Список источников:

1. Buzello M., Törnig J., Faulhaber J., Ehmke H., Ritz E., Amann K. The apolipoprotein E knockout mouse: a model documenting accelerated atherogenesis in uremia // *Journal of the American Society of Nephrology*. 2003. Т. 14, № 2. С. 311–316. DOI: 10.1097/01.asn.0000045048.71975.fc.
2. Lo Sasso G., Schlage W. K., Boué S., Veljkovic E., Peitsch M. C., Hoeng J. The ApoE^{-/-} mouse model: a suitable model to study cardiovascular and respiratory diseases in the context of cigarette smoke exposure and harm reduction // *Journal of Translational Medicine*. 2016. Т. 14. С. 146. DOI: 10.1186/s12967-016-0901-1.
3. Zhang S. H., Reddick R. L., Piedrahita J. A., Maeda N. Spontaneous hypercholesterolemia and arterial lesions in mice lacking apolipoprotein E // *Science*. 1992. Т. 258, № 5081. С. 468–471. DOI: 10.1126/science.1411543.

ПОЛИМОРФИЗМ RS4073 ГЕНА IL-8 И ЕГО СВЯЗЬ С РАЗЛИЧНЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР)

Ковалева Анастасия Павловна

Кемеровский государственный университет

Научный руководитель: Маниковская Наталья Сергеевна, к.б.н., доцент КемГУ

Akp230403@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматриваются исследования нескольких авторов для лучшего понимания связи полиморфизма *rs4073* (*T>A*) гена *IL-8* с различными заболеваниями. Результаты исследований показали, что генотип *AA rs4073* ассоциирован с нейробластомой, а генотип *TT rs4073* – с раком простаты. В свою очередь, аллель *T* связан с тяжелой микроцефалией у детей, а аллель *A* с раком яичников и системной красной волчанкой.

Ключевые слова: интерлейкин-8, однонуклеотидные полиморфизмы, *rs4073*, рак, синдром Зика, системная красная волчанка.

POLYMORPHISM RS4073 OF THE IL-8 GENE AND ITS ASSOCIATION WITH VARIOUS DISEASES (LITERATURE REVIEW)

Kovaleva A.P., Kemerovo State University

Manikovskaya N.S., PhD in biology, Kemerovo State University

Abstract. This article reviews the research of several authors, for a better understanding of the relationship of the *rs4073* (*T>A*) polymorphism of the *IL-8* gene with various diseases. The results of the studies showed that the *rs4073* *AA* genotype is associated with neuroblastoma, and the *rs4073* *TT* genotype with prostate cancer. In turn, the *T* allele is associated with severe microcephaly in children, and the *A* allele with ovarian cancer and systemic lupus erythematosus.

Keywords: interleukin-8, single nucleotide polymorphisms, *rs4073*, cancer, Zika syndrome, systemic lupus erythematosus.

Однонуклеотидные полиморфизмы (SNP) являются наиболее распространённым типом мутаций в человеческом геноме и представляют собой изменения в последовательности ДНК, обусловленные вариацией единичного нуклеотида. При этом полиморфизмы могут возникать как в кодирующих белках, так и в некодирующих РНК генах, что позволяет классифицировать их на нейтральные (не оказывающие воздействия) и функциональные (влияющие на различные биологические процессы и создающие постоянный риск развития многофакторных заболеваний).

Интерлейкин-8 представляет собой известный провоспалительный и проангиогенный хемокин, который играет важную роль в рекрутинге лейкоцитов. *IL-8* экспрессируется различными типами клеток: эпителиальными и эндотелиальными, макрофагами/моноцитами, нейтрофилами, фибробластами и другими. Ген *IL-8* находится на хромосоме 4q13-q21 и включает в себя проксимальную область промотора, четыре экзона и три интрона. Обнаружено несколько SNP в гене *IL-8*, среди которых полиморфизм 251 T/A (*rs4073*) способен регулировать продукцию *IL-8* и имеет связь с различными заболеваниями и инфекциями [1].

IL-8 рассматривается как провоспалительный цитокин благодаря своей функции хемоаттрактанта для нейтрофилов. Он также участвует в широком спектре канцерогенных процессов, таких как ангиогенез и инвазия (или метастазирование) рака, поэтому накапливаются доказательства его связи с онкологическими заболеваниями. «Более двадцати лет назад Кох и его коллеги провели эксперименты, которые подтвердили ангиогенные свойства *IL-8*, а также его способность вызывать пролиферацию и хемотаксис эндотелиальных клеток пупочной вены человека.» [Цит. по 2] В 1998 году Китадай и его команда стали первыми, кто установил связь между геном *IL-8* и метастазами рака желудка [2, 3].

Кроме того, в глии человека *IL-8* экспрессируется и секретируется на высоком уровне как *in vivo*, так и *in vitro*, что позволяет предположить, что этот цитокин является важным фактором прогрессирования опухоли и нейроваскуляризации [4].

Изучая статью Watrowski с соавт., удалось выяснить, что у женщин в постменопаузе аллель *A rs4073* был более распространен у пациенток с диагнозом рак яичников (52,8% против 43,1%, $p=0,03$). Связь между *rs4073* и раком яичников была наиболее яркой в доминантной модели ($p=0,02$), что говорит о том, что наличие по крайней мере одного аллеля *A* связано с более высоким риском развития рака яичников [3].

В статье Могено-Guerrero и коллег было выявлено, что для SNP *IL-8 rs4073* гомозиготный генотип AA чаще встречался у пациентов с нейробластомой по сравнению с группой здоровых детей, хотя она не была статистически значимой ($p=0,07$) [4].

Chen с коллегами в своем метаанализе, основанном на 6 исследованиях типа случай-контроль для *rs4073*, выявили связь полиморфизма с предрасположенностью к раку простаты. Исходя из исследования данного коллектива ученых можно сделать вывод о том, что субъекты с аллелем T или генотипом TT полиморфизма *IL-8 rs4073* имеют достаточно более высокий риск рака простаты при контрасте аллелей (T против A), а также в гомозиготной (TT против AA) и рецессивной (TT против TA + AA) моделях наследования. Статистически значимые результаты в рецессивной генетической модели также отмечены среди популяционных исследований посредством анализа подгрупп, основанных на этнической принадлежности: европеоидная, африканская, азиатская популяции, а также смешанная группа [5].

Другим интересным заболеванием, с которым рассмотрена ассоциация *rs4073*, является врожденный синдром Зика (ВСЗ), который вызывается небольшим оболочечным вирусом (ZIKV) с положительной цепью РНК [6]. Частота проявления пороков развития в результате ВСЗ зависит от иммунных факторов, географического положения и др. По результатам работы Santos и коллег, которые изучали ассоциацию *rs4073* с риском возникновения ВСЗ и тяжелой микроцефалии можно сделать вывод о том, что в случае разделения групп детей по тяжести микроцефалии (т.е. при рождении детей с тяжелой микроцефалией и детей с микроцефалией), аллель T в SNP *rs4073* был связан с тяжелой микроцефалией. Данные результаты показывают, что эти полиморфизмы в генах врожденных иммунных реакций связаны с повышенным риском возникновения и тяжести ВСЗ у беременных матерей, инфицированных вирусом Зика, и их младенцев с ВСЗ [7].

Известно, что наш иммунитет обычно защищает организм от инфекций и болезней, используя разные типы клеток и антител, но есть такой тип заболеваний, при котором он играет не в нашу сторону. Аутоиммунные заболевания (АИЗ) возникают, когда иммунная система ошибочно атакует собственные клетки и ткани организма. Это происходит из-за неправильной работы иммунной системы, которая распознает свои клетки как чужие. Именно поэтому, ряд исследователей рассматривали полиморфизм 251 T/A (*rs4073*) гена *IL-8* в качестве потенциального кандидата на риск развития АИЗ. Так, Haroun с коллегами прослеживали связь *rs4073* с системной красной волчанкой (СКВ) – хроническим АИЗ, при котором нарушается иммунная регуляция и происходит системное воспаление, что приводит к необратимым и прогрессирующим изменениям в ряде органов, таких как почки, легкие, кожа, суставы и нервная система. Согласно его результатам, риск наличия СКВ у носителей генотипа AA был выше ($OR=1,92$, 95% $CI=1,23-3,10$, $p=0,006$) по сравнению с носителями генотипа TT. У пациентов с СКВ была более высокая частота аллеля A ($OR=1,37$, 95% $CI=1,09-1,7$; $p=0,01$), чем в контрольной группе. Из этого можно сделать вывод о том, что вариантный аллель A гена *IL8* может являться значимым фактором риска для развития СКВ [1].

Список источников:

1. Haroun R. A. H., Noor R. A. Association of *IL-8-251T/A (rs4073)* gene polymorphism with Systemic lupus erythematosus in a cohort of Egyptian patients // *International Immunopharmacology* Volume 114, January 2023 [Electronic resource] - URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S156757692201013X?via%3Dihub> (date of treatment: 10.01.2025)
2. Chen J., Ying X. M., Huan X. M., Huang P., Yan S. C. Association between polymorphisms in selected inflammatory response genes and the risk of prostate cancer // *Onco Targets Ther.* 2016 Jan 11. P.223–229 [Electronic resource] - URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4716763/#t2-ott-9-223> (date of treatment: 10.01.2025)
3. Watrowski R., Schuster E., Hofstetter G., Fischer M. B., Mahner S., Gorp T. V., Polteraue S., Zeillinger R., Obermayr E.. Association of Four Interleukin-8 Polymorphisms (-251 A>T, +781 C>T, +1633 C>T, +2767 A>T) with Ovarian Cancer Risk: Focus on Menopausal Status and Endometriosis-Related Subtypes // *Journal Biomedicine* 2024 Jan 30;12(2):321 [Electronic resource] - URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38397923/> (date of treatment: 10.01.2025)
4. Moreno-Guerrero S. S., Ramírez-Pacheco A., Rocha-Ramírez L. M., Hernández-Pliego G., Eguía-Aguilar P., Escobar-Sánchez M. A., Reyes-López A., Juárez-Villegas L. E., Sienra-Monge J. J. L. Association of Genetic Polymorphisms and Serum Levels of *IL-6* and *IL-8* with the Prognosis in Children with Neuroblastoma // *Cancers (Basel)*. 2021 Jan 30;13(3):529 [Electronic resource] - URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7866803/#B45-cancers-13-00529> (date of treatment: 10.01.2025)
5. Chen C. H., Ho C. H., Hu S. W., Tzou K. Y., Wang Y. H., Wu C. C. Association between interleukin-8 *rs4073* polymorphism and prostate cancer: A meta-analysis // *Journal of the Formosan Medical Association* Volume. 2020. 119. P. 1201-1210 [Electronic resource] – URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0929664619302220?ref=pdf_download&fr=RR-2&rr=8f05fae13b0a8d99 (date of treatment: 10.01.2025)
6. Pielna P., Al-Saadaw M., Saro A., Dama M. F., Zhou M., Huang Y., Huang J., Xia Z. Zika virus-spread, epidemiology, genome, transmission cycle, clinical manifestation, associated challenges, vaccine and antiviral drug development // *Virology* 7. Volume 543, April 2020, P. 34-42 [Electronic resource] - URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004268220300210?via%3Dihub> (date of treatment: 13.01.2025)
8. Santos C. N. O., Magalhães L. S., Lima Fonseca A. B., Bispo A. J. B., Porto R. L. S., Alves J. C., Alves dos Santos C., Carvalho J. V., Silva A. M., Teixeira M. M., Almeida R. P., Santos P. L., Jesus A. R. Association between genetic variants in *TREM1*, *CXCL10*, *IL4*, *CXCL8* and *TLR7* genes with the occurrence of congenital Zika syndrome and severe microcephaly // *Sci Rep.* 2023 Mar 1;13:3466. [Electronic resource] - URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9975867/> (date of treatment: 10.01.2025)

БИОЛОГИЧЕСКИЙ СОСУДИСТЫЙ ПРОТЕЗ С АНТИАНЕВРИЗМАТИЧЕСКИМ ПОЛИМЕРНЫМ ПОКРЫТИЕМ

Коломеец Марина Сергеевна,

Кривкина Евгения Олеговна, Сенокосова Евгения Андреевна, Антонова Лариса Валерьевна

Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний»

Научный руководитель: Антонова Лариса Валерьевна, д.м.н.

marina.iakowlewa2010@yandex.ru

Аннотация. Данное исследование посвящено потенциальному варианту решения проблемы аневризмообразования стенки биологических сосудистых протезов посредством формирования внешнего усиливающего покрытия из биосовместимого эластичного полимера – полиуретана.

Ключевые слова: ксенотрансплантат, электроспиннинг, полиуретан.

BIOLOGICAL VASCULAR PROSTHESIS WITH ANTI-ANEURYSM POLYMER COATING

Kolomeets M.S., Krivkina E.O., Senokosova E.A., Antonova L.V., Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases

Antonova L.V., MD, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases

Abstract. This study is devoted to a potential solution to the problem of aneurysm formation of the wall of biological vascular prostheses by forming an external reinforcing coating of a biocompatible elastic polymer – polyurethane.

Key words: xenograft, electrospinning, polyurethane.

Введение. Артериальные биологические сосудистые протезы активно применяются для протезирования артерий среднего и крупного диаметра [1-3]. Однако существуют риски ранней дисфункции, связанные с аневризмообразованием стенки протеза, по причине уязвимостью анастомоза между кольцевыми коллагеновыми волокнами ксенотрансплантата и нативной стенкой сосуда [4, 5]. Для предупреждения формирования аневризм в стенке биологических сосудистых протезов может стать создание внешнего усиливающего антианевризматического покрытия из полимера-эластомера. Полиуретан (ПУ) представляет собой потенциально пригодный материал для данной цели, благодаря своим свойствам: низкой скорости биорезорбции, высокой биосовместимости и физико-механическим характеристикам [6-8].

Цель работы - создать антианевризматическое полиуретановое покрытие на внешней поверхности биологического сосудистого протеза и оценить структурные, физико-механические и гемосовместимые свойства полученного протеза.

Материалы и методы. В качестве биологического сосудистого протеза использован сосудистый ксенотрансплантат «КемАнгиопротез» (ЗАО «Неокор», г. Кемерово). Для проведения исследования сосудистый протез помещали на металлический стержневой коллектор, предварительно обработанный 10% раствором поливинилпирролидона (PanReas AppliChem, Германия). Затем методом электроспиннинга создали антианевризматическое покрытие с использованием 12% раствора ПУ (TECOFLEX™ EG-80A, Lubrizol, США) в трихлорметане. Для визуальной оценки качества изготовленного полиуретанового покрытия, образцы биологических протезов с ПУ-покрытием изучали на стереомикроскопе Olympus SZ2-ilst (Olympus Corporation, Япония) с окуляр-микрометром. Провели сканирующую электронную микроскопию (СЭМ) образцов на сканирующем электронном микроскопе S-3400N (Hitachi, Япония). Оценили физико-механические характеристики на универсальной испытательной машине серии Z (Zwick/Roell, Германия) и агрегацию тромбоцитов после контакта с материалом согласно ISO 10993.4 на анализаторе АРАСТ 4004 (LABiТес, Германия). Статистический анализ проведен в программе «Graph Pad Prism 7.04».

Результаты. Полиуретановое покрытие, созданное методом электроспиннинга имело волокнистую структуру с порами разного диаметра, которое интимно прилегал ко внешней поверхности КемАнгиопротезов. Толщина ПУ-покрытия варьировала от 130 μm до 183 μm. Удалось увеличить показатель относительного удлинения КемАнгиопротезов с ПУ-покрытием в поперечном направлении до 105,60% (84,08; 110,6). Максимальный процент агрегации тромбоцитов при контакте с образцами КемАнгиопротез с ПУ-покрытием достиг 83,93 (79,19; 86,92), который соответствовал уровню контроля. Полиуретановый внешний слой на КемАнгиопротезах внёс вклад в снижение реакции тромбоцитов на материал, что потенциально может смягчить первичный гемостаз при имплантации пациенту и снизить риск тромбообразования.

Заключение. Антианевризматическое полиуретановое покрытие на внешней поверхности биологического сосудистого протеза улучшило структурные, физико-механические и тромборезистентные характеристики изделия, что может увеличить устойчивость стенки биологических сосудистых протезов к аневризмообразованию после их имплантации в артериальное русло.

Исследование выполнено в рамках фундаментальной темы НИИ КПССЗ № 0419-2022-0001 «Молекулярные, клеточные и биомеханические механизмы патогенеза сердечно-сосудистых заболеваний в разработке новых методов лечения заболеваний сердечно-сосудистой системы на основе персонализированной фармакотерапии, внедрения малоинвазивных медицинских изделий, биоматериалов и тканеинженерных имплантатов».

Список источников:

1. Turner M.E., Blum K.M., Watanabe T., Schwarz E.L., Nabavinia M., Leland J.T., Villarreal D.J., Schwartzman W.E., Chou T.H., Baker P.B., Matsumura G., Krishnamurthy R., Yates A.R., Hor K.N., Humphrey J.D., Marsden A.L., Stacy M.R., Shinoka T., Breuer C.K. Tissue engineered vascular grafts are resistant to the formation of dystrophic calcification. *Nat Commun.* 2024;15(1):2187. doi: 10.1038/s41467-024-46431-4.
2. Russu E., Mureșan A.V., Ivănescu A.D., Kaller R., Nedelea D.E., Niculescu R., Cordoș B.A., Budișcă O.A., Arbănași E.M., Arbănași E.M. Polytetrafluorethylene (PTFE) vs. Polyester (Dacron®) Grafts in Critical Limb Ischemia Salvage. *Int J Environ Res Public Health.* 2023;20(2):1235. doi: 10.3390/ijerph20021235.
3. Hammad Alam S.M., Gilani R., Adnan M.A., Jawad N., Raza A., Farman A. Treatment of superior mesenteric artery mycotic aneurysm by synthetic vascular graft: A case report. *J Pak Med Assoc.* 2023;73(4):925-928. doi: 10.47391/JPMA.6859.
4. Gunga Z., Qanadli S.D., Fahrni G., Verdugo-Marchese M., Koestner S., Rancati V., Ltaief Z., Kirsch M. A word of caution: Spontaneous rupture of the noncoronary sinus of the Freestyle xenograft: Two cases and review of the literature. *JTCVS Open.* 2022; 11:59-61. doi: 10.1016/j.xjon.2022.06.012.
5. David T.E., Armstrong S., Maganti M., Butany J., Feindel C.M., Bos J. Postimplantation morphologic changes of glutaraldehyde-fixed porcine aortic roots and risk of aneurysm and rupture. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2009;137(1):94-100. doi: 10.1016/j.jtcvs.2008.07.004.
6. Антонова Л.В., Великанова Е.А., Сенокосова Е.А., Мухамадияров Р.А., Кривкина Е.О., Кошелев В.А., Миронов А.В., Шаббаев А.Р., Сардин Е.С., Прокудина Е.С., Ханова М.Ю., Барбараи Л.С. Особенности ремоделирования матриксов из полиуретана в экспериментах на модели овцы. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний.* 2023;12(4S):110-119. doi: 10.17802/2306-1278-2023-12-4S-110-119.
7. He W., Hu Z., Xu A., Liu R., Yin H., Wang J., Wang S. The preparation and performance of a new polyurethane vascular prosthesis. *Cell Biochem Biophys.* 2013;66(3):855-66. doi: 10.1007/s12013-013-9528-5.
8. He W., Hu Z.J., Xu A.W., Yin H.H., Wang J.S., Ye J.L., Wang S.M. Assessment of the mechanical properties and biocompatibility of a new electrospun polyurethane vascular prosthesis. *Nan Fang Yi Ke Da Xue Xue Bao.* 2011;31(12):2006-11.

ДОКЛИНИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ПРОТЕИНОГЕННЫХ АМИНОКИСЛОТ С РАЗВЕТВЛЁННЫМ СТРОЕНИЕМ АЛИФАТИЧЕСКОЙ БОКОВОЙ ЦЕПИ В ОТНОШЕНИИ ПРОФИЛАКТИКИ АТЕРОСКЛЕРОЗА И ЛИПИДНОГО ПОРАЖЕНИЯ АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА У АРОЕ^{-/-} МЫШЕЙ

Кондратьев Егор Андреевич,

*Кутихин Антон Геннадьевич, Шишкова Дарья Кириллова, Канонькина Анастасия Юрьевна,
Тюрина Арина Евгеньевна*

Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний

Научный руководитель: Кутихин Антон Геннадьевич, д.м.н.

kondr6216@gmail.com

Аннотация. Пероральное применение протеиногенных аминокислот с разветвленной алифатической боковой цепью (лейцина, изолейцина и валина в соотношении 2:1:1 – БЦАА) в течение 6 месяцев у ApoE^{-/-} мышей в возрасте от 6 до 12 месяцев (что соответствует приблизительно 35-44 – 60-74 годам у человека) было ассоциировано со снижением выраженности липидного поражения аорты и створок аортального клапана и наиболее было выражено у самцов. Прием БЦАА не оказал влияния на кальциевое поражение створок аортального клапана, что указывает на преимущественное воздействие данного терапевтического подхода на ранние стадии кальцинирующего аортального стеноза (КАС), связанные с липидными изменениями. Данные результаты демонстрируют потенциальную эффективность БЦАА для профилактики атеросклероза и начальных этапов КАС.

Ключевые слова: БЦАА, атеросклероз, аортальный стеноз, нарушения минерального гомеостаза, доклинические испытания.

PRECLINICAL TESTING OF PROTEINOGENIC AMINO ACIDS WITH A BRANCHED ALIPHATIC SIDE CHAIN IN RELATION TO THE PREVENTION OF ATHEROSCLEROSIS AND LIPID DAMAGE TO THE AORTIC VALVE IN APOE^{-/-} KNOCKOUT MICE

Kondratev E.A., Kutikhin A.G., Shishkova D.K., Kanonykina A.Yu., Tyurina A.E., Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases

Kutikhin A.G., MD, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases

Abstract. Oral administration of proteinogenic branched aliphatic side chain amino acids (leucine, isoleucine and valine in a 2:1:1 ratio – BCAA) in ApoE^{-/-} mice for 6 months (from the age of 6 months, which corresponds to about 35-44 years in humans, to 12 months, which corresponds to about 60-74 years in humans), it was associated with a decrease in the severity of lipid damage to the aorta and aortic valve flaps, which is most pronounced in males. BCAA administration had no effect on calcium damage to the aortic valve flaps, which indicates the predominant effect of this therapeutic approach on the early stages of calcifying aortic stenosis (CAS) associated with lipid changes. These results demonstrate the potential effectiveness of BCAA for the prevention of atherosclerosis and the initial stages of CAS.

Keywords: BCAA, atherosclerosis, aortic stenosis, disorders of mineral homeostasis, preclinical tests.

Актуальность: Современные исследования демонстрируют, что сниженный уровень общего белка, включая кальций-связывающие белки крови (такие как фетuin-A и альбумин), коррелирует с повышенным риском развития инфаркта миокарда, ишемического инсульта и смертности от сердечно-сосудистых заболеваний [4-8]. Ранее нами было установлено, что пациенты с цереброваскулярными заболеваниями и ишемической болезнью сердца характеризуются низкими концентрациями вышеупомянутых белков, что приводит к увеличению уровня ионизированного кальция в крови [2]. Учитывая полученные данные, была разработана и проведена экспериментальная терапия, направленная на увеличение содержания кальций-связывающих белков в сыворотке крови у мышей с нокаутом гена ApoE с целью восстановления нарушенного минерального гомеостаза.

Цель: исследовать влияние перорального введения протеиногенных аминокислот на динамику формирования липидных поражений аорты и аортального клапана, а также кальцификации аортального клапана у ApoE^{-/-} мышей в возрасте от 6 до 12 месяцев.

Материалы и методы. В исследование было включено 60 мышей, разделенных на контрольную и экспериментальную группы (по 30 мышей в каждой группе, из которых по 15 самцов и 15 самок). Мыши в возрасте 6 месяцев (что соответствует $\approx$ 35-44 годам у человека) на протяжении 6 месяцев, до возраста 12 месяцев (что соответствует $\approx$ 60-74 годам у человека), получали растворенные в питьевой воде протеиногенные аминокислоты с разветвленным строением алифатической боковой цепи (БЦАА): лейцин, изолейцин и валин в соотношении 2:1:1. Доза БЦАА была рассчитана для обеспечения супрафизиологического уровня (слегка превышающего норму относительно суточного потребления) и составила 5,5 мг/мл/сут. Принцип расчета дозы БЦАА (animal equivalent dose) был основан на рекомендациях FDA [3]. По завершении эксперимента мышей выводили из исследования, после чего проводили иссечение аорты и сегмента левого желудочка, включающего аортальный клапан (АК).

Для выявления липидного поражения аорты выполняли окрашивание липофильным красителем Oil Red O по следующему протоколу: цельную аорту обезжизняли в двух сменах 85% изопропанола по 5 минут в каждой, окрашивали в 1% растворе Oil Red O в течении ночи, отмывали в трех сменах 85% изопропанола по 5 минут в каждой и далее в 1× фосфатно-солевом буфере (ФСБ). Съемку образцов проводили с помощью стереомикроскопа (SZ51, Olympus) по принципу en face (интимой вверх). Моментальную заморозку аортального клапана (АК) проводили в специальных металлических формочках с криогелем, погружая образец в сосуд Дьюара с жидким азотом при температуре -195°C. Затем изготавливали серийные срезы АК на криотоме толщиной 6 микрон. Для оценки площади кальциевого поражения створок АК использовали кальциотропный краситель Alizarin Red S, а для оценки площади липидного поражения – липофильный краситель Oil Red O в комбинации с гематоксилином Гарриса [1].

Визуализацию результатов проводили на флуоресцентном микроскопе с использованием светофильтра Fs09 – LP515, параллельно проводя световую микроскопию тех же полей зрения. Полуколичественный анализ площади липидного и кальциевого поражения выполняли в программе ImageJ (National Institutes of Health) методом бинаризации соответствующих флуоресцентных изображений. Светофильтр Fs09 – LP515 использовался для детекции характерного флуоресцентного свечения, возникающего при окрашивании липидов красителем Oil Red O и кальциевого поражения красителем Alizarin Red S, благодаря его высокой чувствительности и наибольшей специфичности по сравнению с другими светофильтрами.

Статистический анализ выполняли в программе GraphPad Prism 8 (GraphPad Software). Данные были представлены в виде медианы, межквартильного интервала, минимального и максимального значений. Сравнения между группами были проведены при помощи критерия Краскела-Уоллиса с поправкой на множественные сравнения по критерию Данна. Значения вероятности отвергнуть верную нулевую гипотезу $p < 0,05$ признавались статистически значимыми.

Результаты. В группе мышей, перорально получавших растворенные в питьевой воде БЦАА, площадь липидного поражения аорты была ниже (19,06%) по сравнению с контрольной группой (22,81%), однако эта разница не достигла статистической значимости ($p=0,69$). Самцы имели большую площадь липидного поражения аорты по сравнению с самками (контрольная группа – 31,64% у самцов и 16,24% у самок, $p < 0,0001$; группа с БЦАА – 25,46% у самцов и 16,21% у самок, $p=0,0001$). Шестимесячный курс перорального приема БЦАА способствовал уменьшению площади липидного поражения аорты у самцов ApoE^{-/-} мышей почти в 1,5 раза (25,46%) в сравнении с контрольной группой (31,64%, $p=0,19$). В то же время не оказывал подобного эффекта у самок (16,21% в экспериментальной и 16,24% в контрольной группе, $p=0,99$). В группе мышей БЦАА, площадь липидного поражения створок АК также была снижена приблизительно в 1,5 раза (8,16%) по сравнению с контрольной группой (16,10%, $p=0,002$). Прием БЦАА показал более высокие результаты у самцов (4,54% в экспериментальной группе и 16,72% в контрольной группе, $p < 0,0001$) в сравнении с самками (10,09% в экспериментальной группе и 8,95% в контрольной группе, $p=0,08$). Полуколичественный анализ площади кальциевого поражения створок АК ApoE^{-/-} мышей продемонстрировал, что пероральный прием БЦАА в течение шести месяцев не оказывал значимого влияния на этот параметр (7,18% в группе БЦАА и 3,37% в контрольной группе, $p=0,34$). В группе мышей, получавших БЦАА, площадь кальциевого поражения створок АК была выше у самцов (7,18%) в сравнении с самками (и 5,54%, $p=0,97$). В контрольной группе медианы площади кальциевого поражения составили 3,13% для самок и 3,60% для самцов ($p=0,91$).

Заключение. Результаты исследования подтвердили потенциал БЦАА, как средства коррекции нарушений минерального гомеостаза в целях замедления прогрессирования атеросклероза аорты и липидного поражения АК у ApoE^{-/-} мышей при его употреблении в течение 6 месяцев (с 6 месяцев до 1 года, что соответствует переходу от молодого к зрелому возрасту у человека). Более выраженный терапевтический эффект у самцов подчеркивает важность гендерных различий в данном аспекте.

Работа выполнена при поддержке комплексной программы фундаментальных научных исследований СО РАН в рамках фундаментальной темы НИИ КПССЗ № [0419-2024-001](#) «Разработка новых фармакологических подходов к экспериментальной терапии атеросклероза, технологий серийного производства реактивов и расходных материалов для изучения физиологии и патофизиологии сердечно-сосудистой системы и программного обеспечения на основе искусственного интеллекта для автоматизированной диагностики патологий системы кровообращения и автоматизированного расчета сердечно-сосудистого риска" при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках национального проекта «Наука и университеты».

Список источников:

1. Богданов Л.А., Шишкова Д.К., Кутихин А.Г. Сравнение различных видов прогрессивных гематоксилинов при окрашивании элементов системы кровообращения и гепатолиенальной системы // Сибирский научный медицинский журнал. 2019. Т. 39. С. 46–54.
2. Шишкова Д.К., Матвеева В.Г., Маркова В.Е., Хрячкова О.Н., Индукаева Е.В., Шабаетов А.Р., Фролов А.В., Кутихин А.Г. Количественная оценка исходной концентрации кальций-фосфатных бионов как скринингового маркера минерального гомеостаза крови у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями и у пациентов с хронической болезнью почек // Российский кардиологический журнал. 2022. Т. 27, № 12. С. 20–31. doi: 10.15829/1560-4071-2022-5064.
3. Nair A.B., Jacob S. A simple practice guide for dose conversion between animals and human // J Basic Clin Pharm. – 2016. – Vol. 7, № 2. – P. 27-31. – DOI: 10.4103/0976-0105.177703.
4. Peng W., Zhang C., Wang Z., Yang W. Prediction of all-cause mortality with hypoalbuminemia in patients with heart failure: a meta-analysis // Biomarkers. 2019. Vol. 24, No. 7. P. 631–637. doi: 10.1080/1354750X.2019.1652686.
5. Pignatelli P., Farcomeni A., Menichelli D., Pastori D., Violi F. Serum albumin and risk of cardiovascular events in primary and secondary prevention: a systematic review of observational studies and Bayesian meta-regression analysis // Intern Emerg Med. 2020. Vol. 15, No. 1. P. 135–143. doi: 10.1007/s11739-019-02204-2.
6. Ronit A., Kirkegaard-Klitbo D.M., Dohlmann T.L., Lundgren J., Sabin C.A., Phillips A.N., Nordestgaard B.G., Afzal S. Plasma Albumin and Incident Cardiovascular Disease: Results From the CGPS and an Updated Meta-Analysis // Arterioscler Thromb Vasc Biol. 2020. Vol. 40, No. 2. P. 473–482. doi: 10.1161/ATVBAHA.119.313681.
7. Seidu S., Kunutsor S.K., Khunti K. Serum albumin, cardiometabolic and other adverse outcomes: systematic review and meta-analyses of 48 published observational cohort studies involving 1,492,237 participants // Scand Cardiovasc J. 2020. Vol. 54, No. 5. P. 280–293. doi: 10.1080/14017431.2020.1762918.
8. Xie W.M., Ran L.S., Jiang J., Chen Y.S., Ji H.Y., Quan X.Q. Association between fetuin-A and prognosis of CAD: A systematic review and meta-analysis // Eur J Clin Invest. 2019. Vol. 49, No. 5. e13091. doi: 10.1111/eci.13091.

РАЗРАБОТКА НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЁМОВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ УЛЬТРАСТРУКТУРНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЦЕЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ МЕТОДОМ СКАНИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ

*Кошелев Владислав Александрович^{1,2},
Кутихин Антон Геннадьевич¹*

*1 - Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых
заболеваний*

*2 - Кузбасский государственный аграрный университет имени В.Н. Полецкого
Научный руководитель: Кутихин Антон Геннадьевич, д.м.н., Научно-исследовательский институт
комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний*

vladkoshelev80@gmail.com

Аннотация. Обязательным условием высококачественной визуализации ультраструктуры биологических образцов при электронно-микроскопических исследованиях является применение контрастирующих агентов. В качестве такого агента используется уранилацетат, но его использование ограничено токсичностью для оператора. Поиск альтернативных контрастирующих агентов показал достаточно высокую эффективность красителей на основе лантаноидов. Наибольшую эффективность продемонстрировали сочетания солей лютеция, гадолиния, лантана и урана. Полученные данные открывают новые возможности для изучения патофизиологии болезней системы кровообращения.

Ключевые слова: электронная микроскопия, ультраструктурный анализ, контрастирующие агенты, тяжелые металлы, соли лантаноидов.

DEVELOPMENT OF NEW TECHNOLOGICAL APPROACHES FOR IMPROVING THE ULTRASTRUCTURAL VISUALIZATION OF WHOLE BIOLOGICAL TISSUE SPECIMENS USING SCANNING ELECTRON MICROSCOPY

*Koshelev V.A., Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, Kuzbass State Agrarian
University named after V.N. Poletskov, Kutikhin A.G., Research Institute for Complex Issues
of Cardiovascular Diseases*

Kutikhin A.G., MD, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases

Abstract. The application of contrast agents is a prerequisite for high-quality visualization of the ultrastructure of biological specimens in electron microscopy studies. Uranyl acetate is traditionally used as such an agent, but its use is limited due to its toxicity to operators. The search for alternative contrast agents has demonstrated considerable effectiveness of lanthanoid-based stains. The most efficient results were observed with combinations of lutetium, gadolinium, lanthanum, and uranium salts. The obtained data open new possibilities for studying the pathophysiology of cardiovascular diseases.

Keywords: electron microscopy, ultrastructural analysis, contrast agents, heavy metals, lanthanide salts.

В качестве дополнения к классическому контрастированию биологических тканей для электронной микроскопии уранилацетатом ($\text{UO}_2 (\text{CH}_3 \text{COO})_2$) [1,6,7,9] рассматриваются соли редкоземельных металлов, относящихся к группе лантаноидов: триацетат лютеция – $\text{Lu}(\text{CH}_3 \text{COO})_3$; триацетат гадолиния – $\text{Gd}(\text{CH}_3 \text{COO})_3$; триацетат лантана – $\text{La}(\text{CH}_3 \text{COO})_3$; триацетата самария – $\text{Sm} (\text{CH}_3 \text{COO})_3$; триацетата диспрозия – $\text{Dy}(\text{CH}_3 \text{COO})_3$; триацетат прометея – $\text{Pm}(\text{CH}_3 \text{COO})_3$; триацетат европия – $\text{Eu}(\text{CH}_3 \text{COO})_3$; триацетат тербия – $\text{Tb}(\text{CH}_3 \text{COO})_3$; триацетат гольмия – $\text{Ho}(\text{CH}_3 \text{COO})_3$; триацетат эрбия – $\text{Er}(\text{CH}_3 \text{COO})_3$; триацетат тулия – $\text{Tm}(\text{CH}_3 \text{COO})_3$; триацетат иттербия – $\text{Yb}(\text{CH}_3 \text{COO})_3$ [3,4,5,8,10]. Эти элементы характеризуются: 1) высокой атомной массой, что способствует увеличению электронной плотности при электронной микроскопии; 2) отсутствием радиоактивности и токсичности; 3) высокой способностью к пропитыванию тканей за счет высокой растворимости в воде; 4) высокой аффинностью к белкам (для окрашивания компонентов ядер клеток, клеточных органелл и внеклеточного матрикса), липидам (для окрашивания фосфолипидных мембран и липидных включений), углеводам (для окрашивания гликокаликса и компонентов внеклеточного матрикса) и нуклеиновым кислотам (для окрашивания ядер клеток, в том числе ядрышек) вследствие взаимодействия с карбоксильными группами гликопротеинов и ганглиозидов клеточных

мембран, аминоклуппами белков и фосфатными группами фосфолипидов и нуклеиновых кислот, а также с тетраоксидом осмия; 5) избирательным взаимодействием с компонентами клеток и тканей – ядрами клеток, содержимым клеточных органелл, клеточными мембранами и внеклеточным матриксом; 6) способностью связывания с гликопротеинами и протеогликанами эндотелиального и эритроцитарного гликокаликса [2].

Цель: разработать и апробировать новый метод пробоподготовки биологических тканей с использованием лантаноидных красителей для улучшения качества визуализации.

Материалы и методы. Для исследования использовали фрагменты нисходящего отдела аорты, печени и миокарда самцов крыс Wistar 6-месячного возраста (вес ≈ 500 г), полученных из вивария отдела экспериментальной медицины Научно-исследовательского института комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний (НИИ КПССЗ, г. Кемерово). Извлеченную часть брюшной аорты, печени и миокарда разрезали на продольные сегменты длиной 3-5 мм и помещали в стеклянные емкости с 2,5% забуференным раствором глутарового альдегида на 12 часов, после чего приступали к электронно-микроскопической проводке образцов. Рабочие растворы хранили и использовали в стеклянных флаконах. Для электронно-микроскопической проводки использовали стеклянные флаконы объемом 10 мл, объем раствора при проводке составлял от 3 до 4 мл. В рамках данного эксперимента был разработан и протестирован подход дополнительного контрастирования биологических образцов до их заключения в эпоксидную смолу совместно с 2% раствором уранилацетата. Для усиления контрастирующих свойств в протокол были добавлены различные сочетания 2% триацетата лантана, лютеция и гадолиния, а также 2% раствор фосфорновольфрамовой кислоты (ФВК). После шлифовки и полировки до необходимой глубины эпоксидного блока образцы контрастировали цитратом свинца по Рейнольдсу в течение 7 минут путем нанесения раствора на поверхность шлифованного образца с последующей его отмывкой бидистиллированной водой. После высушивания проводили напыление углерода на полированную поверхность эпоксидных блоков (толщина углеродного покрытия от 10 до 15 нм) с помощью вакуумного напылительного поста (EM ACE200, Leica Microsystems). Визуализацию образцов проводили при помощи сканирующей электронной микроскопии в обратно-рассеянных электронах на электронном микроскопе Hitachi S-3400N (Hitachi) в режиме BSECOMP при ускоряющем напряжении 10 или 15 кВ.

Результаты. На основании сравнительного анализа солей различных лантаноидов по отдельности, а также их сочетаний друг с другом и с солью урана (уранилацетатом), был разработан универсальный импортозамещенный краситель для контрастирования биологических тканей при электронной микроскопии. Разработанный краситель, содержащий 2% триацетат лютеция ($\text{Lu}(\text{CH}_3\text{COO})_3$), 2% триацетат гадолиния ($\text{Gd}(\text{CH}_3\text{COO})_3$), 2% триацетат лантана ($\text{La}(\text{CH}_3\text{COO})_3$) и 2% уранилацетат ($\text{UO}_2(\text{CH}_3\text{COO})_2$), продемонстрировал значительно более высокую эффективность в отношении контрастирования и детализации клеточных структур (ядро, органеллы и клеточные мембраны) и внеклеточного матрикса (в том числе базальных мембран и надмолекулярных структур коллагена и эластина) в сравнении с 2% уранилацетатом и коммерчески доступным красителем на основе солей лантаноидов (UranyLess, Electron Microscopy Sciences).

Заключение. Применение разработанного красителя позволяет осуществлять визуализацию цельных препаратов биологических тканей на рабочем увеличении до $\times 30000$ (на препаратах особенно высокого качества – до $\times 50000$) и на предельном увеличении до $\times 75000$ раз, что позволяет анализировать не только общую структуру, но и ультраструктуру таких препаратов (посредством сканирующей электронной микроскопии в обратно-рассеянных электронах). Таким образом, использование разработанного красителя на основе сочетания солей лютеция, гадолиния, лантана и урана предоставляет новые возможности для изучения патофизиологии болезней системы кровообращения и анализа биосовместимости медицинских изделий (учитывая возможность сохранения и визуализации металлических имплантатов и кальцификатов при используемой методике электронно-микроскопического анализа цельных препаратов биологических тканей). Разработанный краситель содержит исключительно отечественные компоненты и повышает степень импортозамещения в технологическом процессе пробоподготовки к электронно-микроскопическому анализу.

Работа выполнена при поддержке комплексной программы фундаментальных научных исследований СО РАН в рамках фундаментальной темы НИИ КПССЗ № 0419-2024-0001 «Разработка новых фармакологических подходов к экспериментальной терапии атеросклероза, технологий серийного производства реактивов и расходных материалов для изучения физиологии и патофизиологии сердечно-сосудистой системы и программного обеспечения на основе искусственного интеллекта для автоматизированной диагностики патологий системы кровообращения и автоматизированного расчета сердечно-сосудистого риска» при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках национального проекта «Наука и университеты».

Список источников:

1. Bogdanov L., Shishkova D., Mukhamadiyarov R. [et al.] Excessive Adventitial and Perivascular Vascularisation Correlates with Vascular Inflammation and Intimal Hyperplasia // *Int J Mol Sci.* – 2022. – Vol. 23, № 20. – Article ID: 12156. – DOI: 10.3390/ijms232012156.
2. Chevalier L., Selim J., Castro C. [et al.] Combined Electron Microscopy Approaches for Arterial Glycocalyx Visualization // *Front Cardiovasc Med.* – 2022. – Vol. 9. – Article ID: 840689. – DOI: 10.3389/fcvm.2022.840689.
3. Hosogi N., Nishioka H., Nakakoshi M. Evaluation of lanthanide salts as alternative stains to uranyl acetate // *Microscopy (Oxf).* – 2015. – Vol. 64, № 6. – P. 429-435. – DOI: 10.1093/jmicro/dfv054.
4. Kuipers J., Giepmans B.N.G. Neodymium as an alternative contrast for uranium in electron microscopy // *Histochem Cell Biol.* – 2020. – Vol. 153, № 4. – P. 271-277. – DOI: 10.1007/s00418-020-01846-0.
5. Lacavalla M.A., Cisterna B. Uranyl-Free Staining as a Suitable Contrasting Technique for Nuclear Structures at Transmission Electron Microscopy // *Methods Mol Biol.* – 2023. – Vol. 2566. – P. 225-231. – DOI: 10.1007/978-1-0716-2675-7_18.
6. Mukhamadiyarov R.A., Bogdanov L.A., Glushkova T.V. [et al.] Embedding and Backscattered Scanning Electron Microscopy: A Detailed Protocol for the Whole-Specimen, High-Resolution Analysis of Cardiovascular Tissues // *Front Cardiovasc Med.* – 2021. – Vol. 8. – Article ID: 739549. – DOI: 10.3389/fcvm.2021.739549.
7. Nakadera T., Mitsushima A., Tanaka K. Application of high-resolution scanning electron microscopy to biological macromolecules // *J Microsc.* – 1991. – Vol. 163, Pt. 1. – P. 43-50. – DOI: 10.1111/j.1365-2818.1991.tb03158.x.
8. Nakakoshi M., Nishioka H., Katayama E. New versatile staining reagents for biological transmission electron microscopy that substitute for uranyl acetate // *J Electron Microsc (Tokyo).* – 2011. – Vol. 60, № 6. – P. 401-407. – DOI: 10.1093/jmicro/dfr084.
9. Petitot F., Moreels A.M., Paquet F. Evolution of the percutaneous penetration and distribution of uranyl nitrate as a function of skin-barrier integrity: an in vitro assessment // *Drug Chem Toxicol.* – 2010. – Vol. 33, № 3. – P. 316-324. – DOI: 10.3109/01480540903431457.
10. Shaklai M., Tavassoli M. Lanthanum as an electron microscopic stain // *J Histochem Cytochem.* – 1982. – Vol. 30, № 12. – P. 1325-1330. – DOI: 10.1177/30.12.6185564.

ОЦЕНКА АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОДЕГРАДИРУЕМЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТРИКСОВ С КАТИОННЫМ АМФИФИЛОМ

Кривкина Евгения Олеговна

Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний

Научный руководитель: Антонова Лариса Валерьевна, д.м.н.

krivkina.evgeniya@gmail.com

Аннотация. Перспективное решение – применение катионного амфифила в качестве антибактериального агента. Цель – изучить антибактериальную эффективность матриксов с амфифилом. Матриксы были изготовлены методом электроспиннинга, проведено их модифицирование амфифилом. Модифицированные матриксы имплантировали в зараженных крыс. Гистологический анализ, проведенный по истечении срока имплантации, показал отсутствие следов бактериальной инфекции. Исследование показало эффективность применения катионного амфифила в качестве антимикробного агента.

Ключевые слова: биodeградируемые полимерные мембраны, электроспиннинг, катионный амфирил, золотистый стафилококк.

EVALUATION OF THE ANTIBACTERIAL EFFICACY OF BIODEGRADABLE POLYMER MATRICES WITH CATIONIC AMPHIPHILE

Krivkina E.O., Scientific Research Institute of Complex Problems of Cardiovascular Diseases

Antonova L.V., MD, Scientific "Research Institute of Complex Problems of Cardiovascular Diseases"

Abstract. A promising solution is the use of cationic amphiphile as an antibacterial agent. The aim is to study the antibacterial efficacy of matrices with amphiphile. Materials and methods. The matrices were made by electrospinning, and they were modified with an amphiphile. The modified matrices were implanted in infected rats. After the implantation period, a histological examination was performed. Histological analysis showed no traces of bacterial infection. The study showed the effectiveness of using cationic amphiphile as an antimicrobial agent.

Keywords: biodegradable polymer membranes, electrospinning, cationic amphiphile, staphylococcus aureus.

При проведении операций по установке различных имплантов существует значительный риск инфицирования имплантируемых изделий несмотря на то, что материал стерильный и размещается в обработанном антисептиками операционном поле [1, 5]. Заражение операционного поля практически неизбежно, поскольку даже с учетом оптимальной асептической техники и процедур стерилизации, микроорганизмы могут выживать на различных поверхностях. При этом использование фармацевтических препаратов для предотвращения инфицирования может привести к быстрому развитию резистентности микроорганизмов [3, 2]. Хорошей перспективой для преодоления лекарственной устойчивости патогенных микроорганизмов может стать предварительная обработка имплантируемых изделий катионными амфифилами [4].

Цель – изучить антибактериальную эффективность полимерных матриксов с присоединенным катионом амфифилом.

Материалы и методы. Методом электроспиннинга были изготовлены биodeградируемые полимерные матриксы из 12% поли (ε-капролактонона) (ПКЛ) в хлороформе ХЧ (Вектон, Россия). Затем было произведено модифицирование поверхности изготовленных матриксов посредством метода комплексообразования с водорастворимым полимером – носителем поливинилпирролидоном (ПВП, К 90; PanReac AppliChem, Германия) противомикробного препарата–1,5-Бис-(4-тетрадецил-1,4-дiazониабикло[2.2.2]октан-1-ил)пентан тетрабромида (Нано Тех-С, Россия) в концентрации 0,25 мг/мл без дополнительных реакционноспособных групп, обладающего активностью в отношении грамотрицательных и грамположительных микроорганизмов. Антибактериальную эффективность модифицированных матриксов оценивали путем имплантации в гнойную рану крыс линии Wistar, предварительно инфицированную *Staphylococcus aureus*. В качестве группы контроля использовали немодифицированные матриксы аналогичного полимерного состава. По окончании срока имплантации (7 и 14 суток), проводили гистологическое исследование экспантированных образцов с окраской гематоксилин-эозином по Ван-гизону, ализариновым красным С. Окрашенные препараты срезов

эксплантируемых образцов исследовали с помощью световой и флуоресцентной микроскопии на микроскопе AXIO Imager A1 (Carl Zeiss, Германия) с увеличением объектива $\times 100$ и $\times 200$.

Результаты. По данным гистологического анализа отмечена деградация полимерных матриксов уже на 7 суток имплантации. К 14 суткам степень деградации полимерных матриксов в опытных образцах увеличилась. По мере увеличения срока имплантации также было отмечено уплотнение содержимого эксплантированной гнойной капсулы, содержащей модифицированные образцы матриксов. В области расположения опытных матриксов в гнойнике не отмечено следов бактериальной инфекции, в то время как в контрольной группе можно отметить присутствие следов бактериальных клеток. Присутствие аморфного кальция или его фракций не было выявлено ни в одной из исследуемых групп эксплантированных изделий.

Заключение. Поскольку проведенное исследование показало уменьшение интенсивности воспалительной реакции, запущенной *Staphylococcus aureus*, можно утверждать, что применение катионного амфифила в выбранной дозировке 0,25 мг/мл, в качестве антибактериального препарата для предупреждения и развития воспалительного процесса будет эффективно.

Исследование выполнено в рамках фундаментальной темы НИИ КПССЗ № 0419-2022-0001 «Молекулярные, клеточные и биомеханические механизмы патогенеза сердечно-сосудистых заболеваний в разработке новых методов лечения заболеваний сердечно-сосудистой системы на основе персонифицированной фармакотерапии, внедрения малоинвазивных медицинских изделий, биоматериалов и тканеинженерных имплантатов».

Список источников:

1. Arciola C.R., Campoccia D., Montanaro L. Implant infections: adhesion, biofilm formation and immune evasion. *Nat Rev Microbiol.* 2018;16(7):397-409. DOI: 10.1038/s41579-018-0019-y.
2. Hofer U. The cost of antimicrobial resistance. *Nat Rev Microbiol.* 2019;17(1):3. DOI: 10.1038/s41579-018-0125-x.
3. Liu H.Y., Prentice E.L., Webber M.A. Mechanisms of antimicrobial resistance in biofilms. *NPJ Antimicrob Resist.* 2024;2(1):27. DOI: 10.1038/s44259-024-00046-3.
4. Molchanova N., Hansen P.R., Franzyk H. Advances in Development of Antimicrobial Peptidomimetics as Potential Drugs. *Molecules.* 2017; 22(9): 1430. DOI: 10.3390/molecules22091430.
5. Oliveira W.F., Silva P.M.S., Silva R.C.S., Silva G.M.M., Machado G., Coelho L.C.B.B., et al. *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus epidermidis* infections on implants. *J Hosp Infect.* 2018;98(2):111-117. DOI: 10.1016/j.jhin.2017.11.008.

НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ПРИ АПРОБАЦИИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ МНОГОЗАДАЧНОГО ТРЕНИНГА КАРДИОХИРУРГИЧЕСКИХ ПАЦИЕНТОВ

Куприянова Дарья Сергеевна,

Тарасова Ирина Валерьевна, Трубникова Ольга Александровна, Кухарева Ирина Николаевна, Соснина Анастасия Сергеевна, Барбараи Ольга Леонидовна

Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний

Научный руководитель: Тарасова Ирина Валерьевна, д.м.н.

kuprds@bk.ru

Аннотация. В настоящем исследовании впервые представлены результаты апробации протокола и нейрофизиологических эффектов виртуальной реальности (ВР) при проведении многозадачного когнитивного тренинга у здоровых испытуемых. По результатам электроэнцефалограммы (ЭЭГ) обнаружено увеличение мощности биопотенциалов альфа-ритма по сравнению с показателями перед проведением эксперимента. Полученные данные свидетельствуют о том, что ВР-приложение для многозадачного тренинга является приемлемой, удобной и переносимой системой практически здоровыми людьми.

Ключевые слова: когнитивный тренинг, ЭЭГ, виртуальная реальность, ишемия мозга, когнитивная реабилитация.

NEUROPHYSIOLOGICAL EFFECTS IN VIRTUAL REALITY TESTING FOR MULTITASK TRAINING OF CARDIAC SURGERY PATIENTS

Kupriyanova D.S., Tarasova I.V., Trubnikova O.A., Kykhareva I.N., Sosnina A.S., Barbarash O.L.,

Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases,

Tarasova I.V., MD., Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases

Abstract. In this study, the results of protocol and neurophysiological effects of virtual reality (VR) are presented for the first time in a multitask cognitive training in healthy subjects. The EEG results show an increase in the capacity of alpha-rhythm biopotentials compared to the values before the experiment. The data obtained show that BP-application for multitask training is acceptable, convenient and easily accessible by almost healthy people.

Keywords: cognitive training, EEG, virtual reality, brain ischemia, cognitive rehabilitation.

Известно, что пациенты, перенесшие кардиохирургические операции, имеют высокий риск повреждения головного мозга и послеоперационной когнитивной дисфункции (ПОКД). Использование ВР может стать эффективным методом когнитивной реабилитации за счет мультисенсорной и мультимодальной стимуляции головного мозга у кардиохирургических пациентов. Однако разработка и внедрение когнитивного тренинга (КТ) с использованием ВР, как и изучение нейрофизиологических эффектов тренинга, нуждаются в апробации системы на практически здоровых лицах, что поможет в дальнейшем расширить результаты исследования и применить их к целевой группе пациентов.

Целью данной работы явились апробация разработанного оригинального протокола и исследование нейрофизиологических эффектов ВР при проведении многозадачного когнитивного тренинга у здоровых испытуемых.

Для дальнейшего изучения эффективности многозадачного обучения в среде ВР создан специализированный программно-аппаратный комплекс. Тестовое виртуальное трехмерное пространство было выполнено в виде фруктового сада с яблонями, расположенными по обе стороны дороги. Для создания более комфортной среды реализованы привычные цвета неба, деревьев, травы и земли. Чтобы обеспечить психическую эргономику, важно создать привычную среду, обеспечивающую адекватное восприятие мозгом. Участники эксперимента сидят в кресле трактора и передвигаются с небольшой скоростью через ряды садовых деревьев. Одной из задач испытуемых было пересчитать красные и зеленые яблоки отдельно и подтвердить правильный ответ нажатием соответствующей клавиши на рулевом колесе. По оригинальному протоколу тренинга комплекс ВР был протестирован сначала на группе из 25 практически здоровых людей (15 женщин), средний возраст около 28 лет (медиана не отличалась). Участники оценивали комплекс ВР с помощью шкал «System usability scale» (SUS), «Subjective mental effort questionnaire» (SMEQ) и опросника «Симуляторные расстройства» сразу же после проведения эксперимента для определения интереса, сложности и удобства его

использования. Стандартное неврологическое обследование, психометрическое тестирование, а также ЭЭГ исследования были проведены до и после тестирования оригинального протокола многозадачного КТ с использованием ВР.

Участники продемонстрировали высокую степень принятия предполагаемого будущего использования, отношения и удовольствия от ВР-тренинга. Среднее значение шкалы SUS составило около 72,6 (максимум 100). Так же по результатам шкалы SMEQ участниками был отмечен минимальный уровень сложности при использовании ВР-тренинга (средний балл 13,7, минимальный – 1, а максимальный - 55). Минимальные побочные эффекты указывают на удовлетворительную переносимость. В некоторых случаях (4 из 25) после ВР-тренировки наблюдались незначительные эффекты векции. После проведения ВР-тренинга улучшились показатели внимания и пространственных навыков ($p < 0.05$).

Анализ данных ЭЭГ показал статистически значимое увеличение мощности альфа-ритма по сравнению с исходными показателями перед проведением эксперимента ($p < 0,0001$). Также наблюдалось незначительное снижение мощности биоэлектрических потенциалов тета-ритма. Соотношение тета- и альфа-ритмов значительно уменьшилось после проведения многозадачного КТ с использованием виртуальной реальности по сравнению с исходными значениями ($p < 0,0001$). Обнаружена положительная корреляция между логарифмированными показателями мощности альфа-ритма и результатами тестов на умственное вращение и исполнительные функции после многозадачного КТ с применением ВР.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что ВР-приложение для многозадачного тренинга является приемлемой, удобной и переносимой системой практически здоровыми людьми. Нейрофизиологические эффекты многозадачного КТ с использованием ВР у здоровых испытуемых продемонстрировали ингибирование сенсорных процессов и подавление отвлекающих факторов как проявление общего тормозящего механизма в мозге при когнитивной нагрузке. Необходимы дальнейшие исследования количественные исследования ЭЭГ для оценки эффективности многозадачного ВР-приложения как инструмента когнитивного восстановления у кардиохирургических пациентов для пациентов с когнитивными расстройствами, в том числе послеоперационной когнитивной дисфункцией.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-15-00379
(<https://rscf.ru/project/23-15-00379/>).*

Список источников:

1. Карпов О. Э., Даминов В. Д., Новак Э. В., Мухаметова Д. А., Слепнева Н. И. Технологии виртуальной реальности в медицинской реабилитации, как пример современной информатизации здравоохранения // Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н. И. Пирогова. 2020. №1.
2. Трубникова О.А., Тарасова И.В., Кухарева И.Н., Темникова Т.Б., Соснина А.С., Сырова И.Д., Куприянова Д.С., Барбараш О.Л. Эффективность компьютеризированных когнитивных тренингов методом двойных задач в профилактике послеоперационных когнитивных дисфункций при коронарном шунтировании. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2022;21(8):3320.
3. Tarasova I, Trubnikova O, Kukhareva I, Syrova I, Sosnina A, Kupriyanova D, Barbarash O. A comparison of two multi-tasking approaches to cognitive training in cardiac surgery patients. Biomedicine. 2023;11(10):2823.
4. Venkatesan M., Mohan H., Ryan J.R. et al. Virtual and augmented reality for biomedical applications. Cell Rep Med. 2021;2:100348

РАЗРАБОТКА И ОПТИМИЗАЦИЯ НАБОРА ДЛЯ КОЛОРИМЕТРИЧЕСКОГО ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ИОНИЗИРОВАННОГО КАЛЬЦИЯ: ЭКОНОМИЧНОЕ РЕШЕНИЕ В РАМКАХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

Лазебная Анастасия Ивановна

Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний

Научный руководитель: Кутихин Антон Геннадьевич, д.м.н.

AnastasiaLazebnaa2@gmail.com

Аннотация. Проведено исследование с целью разработки и оптимизации набора для колориметрического анализа концентрации ионизированного кальция. Буферная система на основе диэтиламина (ДЭАм) обеспечивает стабильный pH 10,71, оптимальный для реакции с ортокрезолфталейнкомплексом. Разработанный набор может быть рекомендован как для изучения кальциевого обмена и связанных нарушений, так и для широкого применения в научных целях, включая исследования сердечно-сосудистых заболеваний.

Ключевые слова: импортозамещение, колориметрический метод, спектрофотометрия, буферные системы, измерение ионизированного кальция.

DEVELOPMENT AND OPTIMIZATION OF A KIT FOR COLORIMETRIC MEASUREMENT OF IONIZED CALCIUM CONCENTRATION: AN ECONOMIC SOLUTION WITHIN THE FRAMEWORK OF IMPORT SUBSTITUTION

Lazebnaya A.I., Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases,

Kutikhin A.G., MD, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases

Abstract. A study was conducted to develop and optimize a kit for colorimetric analysis of ionized calcium concentration. The buffer system based on diethylamine (DEAm) provides a stable pH of 10.71, optimal for reaction with orthocresolphthalein complexone. The developed kit can be recommended both for the study of calcium metabolism and related disorders, and for wide scientific use, including research on cardiovascular diseases.

Keywords: import substitution, colorimetric method, spectrophotometry, buffer systems, ionized calcium measurement.

Кальций выполняет ключевую роль в регуляции жизненно важных процессов, включая клеточный метаболизм, мышечное сокращение и гемостаз [1-3]. Нарушение минерального гомеостаза, сопровождающееся повышенным уровнем ионизированного кальция до верхних границ нормы или выше физиологических значений, повышает риск развития эктопической кальцификации, острых сердечно-сосудистых событий и смерти от сердечно-сосудистых заболеваний [4, 5]. Для измерения концентрации ионизированного кальция в биологических жидкостях и содержащих кальцификаты биоматериалах применяют специализированные наборы, однако большинство из них являются импортными, что увеличивает их стоимость и длительность поставок. Создание отечественного набора для измерения ионизированного кальция, обладающего высокой точностью и воспроизводимостью, позволит не только снизить затраты, но и обеспечить стабильность и доступность данного вида анализа в научных целях.

Цель: создание набора для определения уровня ионизированного кальция в биологических жидкостях и биоматериалах, содержащих кальцификаты, в микропланшетном формате.

Материалы и методы. В качестве хромогена использовали ортокрезолфталейнкомплексон (ОКФК), образующий с ионами кальция (Ca^{2+}) комплекс, детектируемый при длине волны 575 нм. В качестве вспомогательного реагента применяли 8-оксихинолин (8-ОХ), устраняющий интерференцию от ионов магния и повышающий специфичность метода. Поскольку реакция ОКФК с ионизированным кальцием наиболее эффективно протекает при pH 10,7, для создания буферного раствора, обеспечивающего необходимый уровень pH, были выбраны диэтиламин (ДЭА), 2-амино-2-метил-1-пропанол (АМП) и диэтиламин (ДЭАм). Эмпирический расчёт pH буферных растворов проводился с использованием уравнения Гендерсона-Хассельбаха. В расчётах учитывалось добавление 95% этанола, 0,5 М HCl и воды для инъекций, чтобы смоделировать условия реакционной смеси.

При разработке набора использовались искусственно синтезированные альбуминовые и фетуиновые кальципротейновые частицы (КПЧ-А и КПЧ-Ф). Для их синтеза применялись альбумин (A3059, Sigma-Aldrich),

фетуин-А (F3385, Sigma-Aldrich), стерильный физиологический раствор NaCl (H-1401, Akzo Nobel Salts), Na₂ HPO₄ (94046, SigmaAldrich) и раствор CaCl₂ (21115, SigmaAldrich). Растворы белков готовили с концентрацией альбумина 42 мг/мл или фетуина-А 1 мг/мл. Концентрации CaCl₂ и Na₂ HPO₄ при синтезе составляли 10 ммоль/л и 6 ммоль/л соответственно. Инкубацию проводили при 37°C в течение 10 минут в термостате (Термит, ДНК-21Технология). Затем кальципротеиновые частицы выделяли методом ультрацентрифугирования на Optima MAX-XP (Beckman Coulter) при ускорении 200 000 × g в течение 1 часа. Для перевода кальция из связанной формы в ионизированную КПЧ-А разводили в 120 раз, а КПЧ-Ф – в 15 раз в 0,5 М соляной кислоте. Для построения калибровочной кривой использовали стоковый 0,36 М раствор CaCl₂ (A3652.0500, BioChemica), из которого готовили рабочий раствор с концентрацией 0,0072 ммоль/л. После внесения всех компонентов реакционной смеси (буфер, образец (25 мкл для ДЭА, 100 мкл для ДЭАм и 50 мкл для АМП), растворённый в 0,5 М HCl, ОКФК и 8-ОХ) в лунки 96-луночного планшета, смесь инкубировали в течение 10 минут в тёмном месте. Во время инкубации смесь перемешивали на низкой скорости с использованием термошейкера для иммунопланшетов Titramax 1000 (Heidolph). Колориметрическое определение концентрации кальция в КПЧ-А и КПЧ-Ф выполняли с помощью разрабатываемого набора, основанного на реакции ОКФК с ионами кальция в щелочной среде. Спектрофотометрические измерения проводили на приборе Multiskan Sky (Thermo Fisher Scientific) при длине волны 575 нм. Для выбора оптимального буфера для определения уровня ионизированного кальция в микропланшетном формате оценивали коэффициенты вариации внутрианалитической (Intra-CV) и межаналитической (Inter-CV). Intra-CV характеризует воспроизводимость результатов при повторных измерениях одного образца в пределах одного эксперимента, а Inter-CV – стабильность результатов между экспериментами. Низкий Intra-CV (<10%) указывал на высокую точность измерений, средний (10–15%) считался допустимым, а высокий (>15%) свидетельствовал о нестабильности системы. Аналогичные критерии применялись к Inter-CV: низкая вариация (<15%) означала стабильность между экспериментами, средняя (15–20%) была приемлемой, а высокая (>20%) указывала на необходимость оптимизации или замены буфера. Для анализа использовали четыре образца КПЧ-А и КПЧ-Ф, которые измеряли в трёх повторах на двух планшетах для каждой из трёх буферных систем. При обработке данных выбросы исключались, а расчёты проводились только по согласованным результатам.

Результаты. Благодаря проведённым экспериментам была выбрана буферная система на основе ДЭАм, которая обеспечивала стабильную работу набора по сравнению с ДЭА и АМП. Использование ДЭАм позволило значительно сократить количество выбросов данных. В отличие от ДЭА и АМП, этот буфер обеспечил возможность анализа всех образцов без значительных потерь данных, особенно в группе КПЧ-А. Анализ результатов показал, что буфер на основе ДЭАм демонстрировал высокую воспроизводимость измерений, Intra-CV для КПЧ-А в первом планшете составил 3,99%, во втором – 23,12%. Межаналитическая вариация (Inter-CV) достигла 10,25%, что подтверждает стабильность между измерениями. В случае с КПЧ-Ф Intra-CV в первом планшете составила 9,63%, а во втором – 4,02% (анализ проведён для двух образцов). Inter-CV составила 24, 26%, указывая на умеренную воспроизводимость. Несмотря на определённые ограничения, связанные с высоким Inter-CV для отдельных образцов, использование буфера на основе ДЭАм демонстрирует его пригодность для применения в разработанном наборе. Буфер позволил успешно измерить большинство образцов в двух планшетах и обеспечил стабильные результаты для анализа Intra-CV внутри одного планшета.

Заключение. Разработанный набор полностью отвечает потребностям российских лабораторий, предлагая доступное, экономически выгодное и простое в использовании решение для измерения ионизированного кальция в исследуемых образцах. Его основой стал буфер на основе диэтиламина (ДЭАм), который продемонстрировал минимальную вариативность и стабильность результатов как внутри одного планшета, так и между планшетами. ДЭАм отличается устойчивостью к воздействию углекислого газа, лёгкостью в приготовлении и экономичностью, что делает его оптимальным выбором для рутинной лабораторной работы. Набор не только снижает зависимость от дорогостоящих импортных реагентов, но и обеспечивает воспроизводимые результаты. Он может быть рекомендован как для изучения кальциевого обмена и связанных нарушений, так и для широкого применения в научных целях, включая исследования сердечно-сосудистых заболеваний.

Работа выполнена при поддержке комплексной программы фундаментальных научных исследований СО РАН в рамках фундаментальной темы НИИ КПССЗ № 0419-2024-0001 «Разработка новых фармакологических подходов к экспериментальной терапии атеросклероза, технологий серийного производства реактивов и расходных материалов для изучения физиологии и патофизиологии сердечно-сосудистой системы и программного обеспечения на основе искусственного интеллекта для автоматизированной диагностики патологий системы кровообращения и автоматизированного расчета сердечно-сосудистого риска» при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках национального проекта «Наука и университеты».

Список источников:

1. Blaine J., Chonchol M., Levi M. Renal control of calcium, phosphate, and magnesium homeostasis // Clin J Am Soc Nephrol. –

2015. – Vol. 10, № 7. – P. 1257-1272. – DOI: 10.2215/CJN.09750913.
2. Moe S.M. Calcium Homeostasis in Health and in Kidney Disease // *Compr Physiol.* – 2016. – Vol. 6, № 4. – P. 1781-1800. – DOI: 10.1002/cphy.c150052.
3. Peacock M. Phosphate Metabolism in Health and Disease // *Calcif Tissue Int.* – 2021. – Vol. 108, № 1. – P. 3-15. – DOI: 10.1007/s00223-020-00686-3.
4. Reid I.R., Gamble G.D., Bolland M.J. Circulating calcium concentrations, vascular disease and mortality: a systematic review // *J Intern Med.* – 2016. – Vol. 279, № 6. – P. 524-540. – DOI: 10.1111/joim.12464.
5. Lutsey P.L., Alonso A., Michos E.D. [et al.] Serum magnesium, phosphorus, and calcium are associated with risk of incident heart failure: the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study // *Am J Clin Nutr.* – 2014. – Vol. 100, № 3. – P. 756-764. – DOI: 10.3945/ajcn.114.085167.

ОЦЕНКА СВОЙСТВ ЭКСПЛАНТИРОВАННЫХ КСЕНОПЕРИКАРДИАЛЬНЫХ ЗАПЛАТ В ДЕТСКОЙ КАРДИОХИРУРГИИ

Ляпин Антон Александрович

*Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых
заболеваний*

Научный руководитель: Тарасов Роман Сергеевич, д.м.н.

Lyapin11@mail.ru

Аннотация. Детские кардиохирурги для восстановления нормальной анатомии и гемодинамики часто вынуждены использовать пластический инородный материал. Объектом данного исследования явились ксеноперикардальные заплаты, извлеченные из организма ребенка при повторных кардиохирургических вмешательствах и подверженные исследованию по оригинальной методике EM-BSEM. Спустя 10 лет после имплантации ксеноперикардальные заплаты не имеют признаков кальцификации и инфекции, значительная их часть полностью сохраняла свою целостность и не содержала признаков воспаления.

Ключевые слова: детская кардиохирургия, врожденные пороки сердца, ксеноперикардальные заплаты.

EVALUATION OF THE PROPERTIES OF EXPLANTED XENOPERICARDIAL PATCHES IN PEDIATRIC CARDIAC SURGERY

Lyapin A.A., Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases,

Tarasov R.S MD, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases

Abstract. Pediatric cardiac surgeons are often forced to use plastic foreign material to restore normal anatomy and hemodynamics. The object of this study was xenopericardial patches extracted from the child's body during repeated cardiac surgery and subjected to research using the original EM-BSEM technique. 10 years after the implantation of the xenopericardial patch, there are no signs of calcification and infection, a significant part of them completely retained their integrity and did not contain signs of inflammation.

Keywords: pediatric cardiac surgery, congenital heart defects, xenopericardial patches.

Введение. При детских кардиохирургических операциях зачастую требуется использовать чужеродный материал для проведения реконструктивных вмешательств. В практике нашего центра используются ксеноперикардальные заплаты, обработанные диглициловым эфиром этиленгликоля. Представляется важной оценка использования биологического материала в виде ксеноперикардальных заплат с позиции их эффективности и безопасности при вмешательствах на сердце у детей.

Цель – проведение ультраструктурного исследования состояния сосудистых заплат, эксплантированных из сердца ребенка, в отдаленном периоде.

Материалы и методы. Для исследования использовали нативные ткани детей, которым в период младенчества при коррекции врожденных пороков сердца были имплантированы ксеноперикардальные заплаты. Далее, при повторных вмешательствах, извлеченные из организма заплаты подвергались исследованию по оригинальной методике EM-BSEM: окрашивание цельного сегмента ткани тяжелыми металлами, его заключение в эпоксидную смолу, шлифовка, полировка и визуализация при помощи сканирующей электронной микроскопии в обратно-рассеянных электронах.

Результаты. Спустя несколько лет после имплантации ксеноперикардальные заплаты не имеют признаков кальцификации и инфекции, значительная их часть полностью сохраняла свою целостность и не содержала признаков воспаления, в том числе инфильтрации клетками реципиента. В сочетании с эндотелизацией заплаты на всем протяжении и формированием субэндотелиального слоя эластических волокон это указывало на успешную интеграцию заплат с нативными тканями.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПОЛИАКРИЛАМИДНЫХ ГЕЛЕЙ С ВОЗРАСТАЮЩИМ ГРАДИЕНТОМ КОНЦЕНТРАЦИИ АКРИЛАМИДА С ПОМОЩЬЮ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ЗАЛИВОЧНОЙ СТАНЦИИ

Маркова Виктория Евгеньевна,

Степанов Александр Денисович, Кутихин Антон Геннадьевич

*Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых
заболеваний*

Научный руководитель: Кутихин Антон Геннадьевич, д.м.н.

markve@kemcardio.ru

Аннотация. Разработана инновационная технология производства одноразовых полиакриламидных гелей (ПААГ) с градиентом концентрации акриламида, полностью сопоставимых по характеристикам с современными зарубежными коммерческими продуктами нового поколения. В дополнение к этому разработана компактная и функциональная установка, специально предназначенная для удобного и качественного приготовления градиентных ПААГ, что делает процесс более эффективным и доступным.

Ключевые слова: импортозамещение, полиакриламидный гель, градиентный ПААГ, иммуноблоттинг.

DEVELOPMENT OF A TECHNOLOGY FOR PREPARING POLYACRYLAMIDE GELS WITH AN INCREASING ACRYLAMIDE CONCENTRATION GRADIENT USING A SPECIALIZED CASTING STATION

*Markova V.E., Stepanov A.D., Kutikhin A.G., Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular
Diseases*

Kutikhin A.G., MD, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases

Abstract. An innovative technology for the production of disposable polyacrylamide gels with an acrylamide concentration gradient has been developed, fully comparable in performance to modern foreign commercial products of the new generation. In addition, a compact and functional device has been designed specifically for the convenient and precise preparation of gradient PAGE, making the process more efficient and accessible.

Keywords: import substitution, polyacrylamide gel, gradient PAGE, immunoblotting.

Изучение экспрессии белков в биологических образцах занимает ключевую роль в биомедицине и, в частности, в молекулярной биологии. Электрофорез в полиакриламидном геле (ПААГ) остаётся основным методом разделения белков по молекулярной массе [2], что позволяет анализировать их уровень экспрессии и посттрансляционные модификации с помощью полуколичественного метода вестерн-блоттинга. ПААГ для вестерн-блоттинга – одноразовый расходный материал, который нужно либо изготавливать в лаборатории по стандартным протоколам самостоятельно, либо закупить готовый. Преимущество коммерческих градиентных ПААГ заключается в универсальной химии, подходящей для разделения белков широкого молекулярного диапазона, что недоступно при использовании статичных ПААГ. Однако использование градиентных ПААГ осложнено санкциями, логистическими трудностями и нестабильностью валютного курса, делая их нерентабельными. Приготовление градиентных ПААГ вручную требует значительных временных и трудовых затрат, а также делает такие гели менее качественными.

Цель: разработать технологию изготовления наиболее распространенного градиентного полиакриламидного геля (4-15%) и оборудование (заливочную станцию) для его изготовления.

Методы. Прототип заливочной станции для градиентных гелей был разработан на основе принципов работы коммерческих установок с использованием реверсивного инжиниринга, патентного поиска и систем автоматизированного проектирования. Установка состоит из двух сообщающихся сосудов, куда заливаются равные объёмы растворов: один с минимальной концентрацией акриламида, другой – с максимальной. Размеры установки оптимизированы для использования в молекулярно-биологических лабораториях: объём каждого цилиндра – до 10 мл, диаметр соединительных проводов – 3,5 мм. Помимо уменьшения размеров установки, в конструкцию была внедрена встроенная магнитная мешалка, работающая от портативных батареек, что позволило сделать установку полностью автономной, устранив необходимость подключения к электрической сети и исключив потребность в дополнительном оборудовании для перемешивания растворов.

Для проверки разработанной станции использовали гели формата Mini (8,3×7,3×0,1 см) и методику приготовления градиентных гелей с концентрацией акриламида от 4% до 15%. Стандартная процедура приготовления градиентных полиакриламидных гелей (ПААГ) основана на тех же принципах, что и изготовление статичных гелей. Основное отличие заключается в способе заливки растворов с различной концентрацией акриламида в камеру для полимеризации. Для обеспечения визуализации и контроля за формированием градиента в состав растворов был добавлен бромфеноловый синий. Этот краситель позволял наглядно подтвердить образование градиента в геле в процессе его заливки в полимеризационную камеру. В процессе приготовления градиентного геля два раствора с минимальной (4%) и максимальной (15%) концентрацией акриламида смешивались постепенно в специально разработанной заливочной станции. Смешанные растворы аккуратно перемещались по соединительному проводу в камеру для полимеризации таким образом, чтобы обеспечить плавное изменение концентрации акриламида по высоте геля. Так же для изготовления гелей использовался ранее модернизированный нами классический состав. В него входил триэтаноламин, который способствовал эффективному рассеиванию тепла. Это позволило проводить электрофорез при повышенном вольтаже (до 300 В) без перегрева системы. В результате продолжительность электрофореза сократилась до 40 минут, что значительно ускорило процесс работы с образцами, сохраняя их свойства [1]. Также в модернизированный состав геля был добавлен трихлорэтанол, что позволило использовать безокрасочную технологию визуализации белков. Благодаря этому стало возможным упрощение анализа общего белка, исключив необходимость работы с красителями, такими как Кумасси или Fast Green.

Результаты. Модернизация конструкции заливочной станции повысила её функциональность и удобство в повседневной работе. Благодаря встроенной магнитной мешалке качество перемешивания растворов с различной концентрацией акриламида для создания градиента в геле осталось неизменно высоким, что гарантировало равномерное формирование градиента. Портативные источники питания в формате батареек обеспечили энергонезависимость устройства, что позволило исключить электрический кабель из конструкции и дополнительно уменьшить её габариты. Разработанная установка показала эффективность для заливки гелей объёмом от 4 до 10 мл. Разработанная установка в 20 раз компактнее коммерческих аналогов от компании Bio-Rad (8×6×6 см против 15,8×11,2×32,6 см), что упрощает эксплуатацию и обслуживание. Время изготовления четырёх градиентных гелей сократилось с 29 минут до 18 минут благодаря устранению промежуточных этапов заливки и ожидания полимеризации фракций. Экономия реактивов, в частности акриламида, составила до 41,2%. Для разделения смеси белков с массой 30 кДа и 130 кДа достаточно одного градиентного геля (4-15%) вместо двух статичных (8% и 12%), что повышает точность анализа и снижает затраты. Методика совместима с электрофорезом при напряжении 300 В, продолжительностью 40 минут. Это достигается благодаря использованию добавок, таких как триэтаноламин, обеспечивающих эффективное рассеивание тепла.

Выводы. Внедрение инновационных решений сделало заливочную станцию уникальной по сравнению с аналогичными устройствами, доступными на рынке, увеличив её эргономичность и доступность для различных лабораторных условий. Эти изменения позволили не только сохранить высокое качество получаемых градиентных гелей, но и значительно улучшить удобство их приготовления. Таким образом, разработанная методика приготовления градиентных гелей при помощи специализированной установки может полностью заменить ранее применяемые протоколы изготовления полиакриламидных гелей с разными концентрациями акриламида, одновременно повышая их рентабельность. Экономия реактивов и удобство использования делают градиентные гели перспективными для коммерциализации и потокового производства.

Работа выполнена при поддержке комплексной программы фундаментальных научных исследований СО РАН в рамках фундаментальной темы НИИ КПССЗ № 0419-2024-0001 «Разработка новых фармакологических подходов к экспериментальной терапии атеросклероза, технологий серийного производства реактивов и расходных материалов для изучения физиологии и патофизиологии сердечно-сосудистой системы и программного обеспечения на основе искусственного интеллекта для автоматизированной диагностики патологий системы кровообращения и автоматизированного расчета сердечно-сосудистого риска» при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках национального проекта «Наука и университеты».

Список источников:

1. Маркова, В. Е. Разработка и апробация альтернативных вариантов полиакриламидных гелей с целью ускоренного разделения и функционального анализа белков / В. Е. Маркова // Инновационный конвент "Кузбасс: образование, наука, инновации": Материалы XII Инновационного конвента, Кемерово, 08 февраля 2024 года. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2024. – С. 219-220. – EDN IWGLDW.
2. Laemmli U.K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4 // Nature. – 1970. – Vol. 227, № 5259. – P. 680-685. – DOI: 10.1038/227680a0.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СЕРИЙНОГО ПОЛУЧЕНИЯ КУЛЬТУР ПЕРВИЧНЫХ ЭНДОТЕЛИАЛЬНЫХ КЛЕТОК ИЗ СОСУДОВ (БОЛЬШОЙ ПОДКОЖНОЙ ВЕНЫ, ВНУТРЕННЕЙ ГРУДНОЙ АРТЕРИИ И МИКРОСОСУДОВ), ПОЛУЧЕННЫХ У ПАЦИЕНТОВ С ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА

Маркова Юлия Олеговна,

Шишкова Дарья Кирилловна, Кутихин Антон Геннадьевич

Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний

Научный руководитель: Шишкова Дарья Кирилловна, к.б.н.

yulikmimi19@gmail.com

Аннотация. В настоящее время культуры западного производства недоступны в России, вследствие фактической невозможности обеспечения соответствующей логистики. Таким образом, существует необходимость в разработке отечественной технологии серийного получения стандартизированных культур первичных артериальных, венозных и микрососудистых эндотелиальных клеток для создания российского банка клеточных культур. Разработка данного протокола позволит осуществить полное импортзамещение аналогичных культур западного производства.

Ключевые слова: эндотелиальные клетки, импортозамещение, большая подкожная вена, внутренняя грудная артерия, микрососудистые эндотелиальные клетки, жировая ткань, коллагеназа IV типа.

DEVELOPMENT OF A TECHNOLOGY FOR ISOLATION OF PRIMARY ENDOTHELIAL CELL CULTURES FROM VESSELS (GREAT SAPHENOUS VEIN, INTERNAL THORACIC ARTERY AND MICROVESSELS) OBTAINED FROM PATIENTS WITH ISCHEMIC HEART DISEASE

Markova Y.O., Shishkova D.K., Kutikhin A.G., Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases,

Shishkova D.K., PhD in biology, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases

Abstract. Currently, Western-made cultures are not available in Russia due to the actual impossibility of providing the appropriate logistics. Thus, there is a need to develop a domestic technology for serial production of standardized cultures of primary arterial, venous and microvascular endothelial cells to create a Russian cell culture bank. The development of this protocol will allow for the complete import substitution of similar Western-made cultures.

Keywords: endothelial cells, import substitution, great saphenous vein, internal mammary artery, microvascular endothelial cells, adipose tissue, collagenase type IV.

В настоящее время эндотелиальные клетки (ЭК) используются для исследований как в области нормальной, так и патологической физиологии, тестирования лекарственных средств, а также в тканевой инженерии и регенеративной медицине. Существенным аспектом является гетерогенность ЭК, которая зависит от типа сосудов (артерий, вен и микроциркуляторных структур – артериол, венул и капилляров), что определяет их уникальные функции и требует учета этой специфики в ходе научных исследований. Для культивирования используют культуры западного производства, но в настоящее время недоступных к коммерческой реализации в РФ. Нашей группой был разработан метод серийного получения стандартизированных первичных культур ЭК, которая позволит обеспечить технологическую независимость в данном направлении, снизить их стоимость в сравнении с аналогичными западными культурами и минимизировать логистические риски на территории РФ.

Цель: создание стандартизированной, стабильно воспроизводимой технологии получения культур первичных эндотелиальных клеток, обеспечивающей высокую жизнеспособность, пролиферативную активность, чистоту и фенотипическую стабильность клеток.

Методы. Сегменты внутренней грудной артерии (ВГА), большой подкожной вены (БПВ) и жировой ткани (ЖТ), полученные в ходе аортокоронарного шунтирования пациентов с ишемической болезнью сердца кардиохирургического отделения Научно-исследовательского института комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний (НИИ КПССЗ, г. Кемерово) подвергались ферментативной обработке и диссоциации с

использованием коллагеназы IV типа. Кусочки ЖТ удаляли путем последовательной фильтрации клеточной суспензии через клеточные сита (фильтры) с диаметром пор 100 мкм, 70 мкм и 40 мкм. Селективная очистка клеточной популяции осуществлялась методом позитивной магнитной сепарации с использованием антител к CD31/PECAM-1, связанными с магнитными бусами. Выделенные ЭК культивировали в инкубаторе при 37°C, поддержании атмосферы 95% воздуха и 5% CO₂ и высокой влажности. Смену среды проводили каждые два дня. В случае появления контаминирующих клеток неэндотелиальной природы проводили селекцию культуры при помощи позитивной магнитной сепарации с использованием магнитных бус, конъюгированных с антителами к CD31. Подтверждение эндотелиального фенотипа выполнялось методом проточной цитометрии с анализом экспрессии поверхностных маркеров, характерных для мезенхимальных клеток (CD90), зрелых (CD31/PECAM1, CD146/MCAM) и прогениторных (CD34) эндотелиальных клеток. Выделенные ЭК демонстрировали высокую жизнеспособность ($\geq 90\%$), чистоту ($\geq 96\%$) и отсутствие бактериальной, микоплазменной и грибковой контаминации.

Результаты. При успешном выделении через сутки клетки распластывались в виде компактных розеток (кластеров) и отдельных клеток. По результатам фазово-контрастной микроскопии подтвердили успешное формирование монослоя в процессе культивирования. Клетки располагались плотно друг к другу, создавая узор, напоминающий бульжную мостовую, что указывает на их нормальное состояние и зрелость в культуре. Выделенные ЭК ВГА, ЭК БПВ и МСЭК демонстрировали стабильную экспрессию CD146⁺ и CD31⁺, что подтверждало их принадлежность к зрелой эндотелиальной популяции. Отсутствие экспрессии CD90 в большинстве клеток исключало контаминацию фибробластами и иными клетками неэндотелиальной природы. Распределение клеток популяции CD146⁺CD90⁻ и CD31⁺CD90⁻ по маркерам CD31 и CD146 показало стабильную экспрессию эндотелиальных маркеров между образцами одной линии клеток, полученных от разных доноров. Тест на метаболическую активность подтвердил сохранение пролиферативного потенциала и функциональной активности выделенных ЭК. В итоге, полученные результаты демонстрируют стабильность морфологических и фенотипических характеристик выделенных первичных ЭК, а также воспроизводимость процесса их выделения и культивирования.

Заключение. Таким образом, разработанная нами технология обладает следующими характеристиками: (1) универсальность – возможность выделения эндотелиальных клеток (ЭК) из сосудов любого типа (включая артериальные, венозные и микрососуды); (2) высокая воспроизводимость – оптимизированные протоколы ферментативной обработки и селективной очистки обеспечивают получение стандартизированных культур ЭК высокой чистоты ($\geq 96\%$); (3) функциональная активность – ЭК сохраняют свои биологические свойства и пролиферативный потенциал; (4) готовность к применению; (5) импортозамещение – технология позволяет заменить зарубежные клеточные линии на отечественные стандартизированные культуры, что снижает затраты и повышает доступность клеток для российских исследователей. Применение оптимизированного протокола фенотипирования и контроля качества дало возможность осуществить стандартизированный анализ клеточных популяций, подтверждая эндотелиальную природу клеток и их пригодность для дальнейших исследований.

Работа выполнена при поддержке комплексной программы фундаментальных научных исследований СО РАН в рамках фундаментальной темы НИИ КПССЗ № 0419-2024-0001 «Разработка новых фармакологических подходов к экспериментальной терапии атеросклероза, технологий серийного производства реактивов и расходных материалов для изучения физиологии и патофизиологии сердечно-сосудистой системы и программного обеспечения на основе искусственного интеллекта для автоматизированной диагностики патологий системы кровообращения и автоматизированного расчета сердечно-сосудистого риска» при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках национального проекта «Наука и университеты».

Список источников:

1. Bertagnolli M., Xie L.F., Paquette K. [et al.] Endothelial Colony-Forming Cells in Young Adults Born Preterm: A Novel Link Between Neonatal Complications and Adult Risks for Cardiovascular Disease // J Am Heart Assoc. – 2018. – Vol. 7, № 14. – Article ID: e009720. – DOI: 10.1161/JAHA.118.009720.
2. Crampton S.P., Davis J., Hughes C.C. Isolation of human umbilical vein endothelial cells (HUVEC) // J Vis Exp. – 2007. – № 3. – Article ID: 183. – DOI: 10.3791/183.
3. Lei J., Peng S., Samuel S.B. [et al.] A simple and biosafe method for isolation of human umbilical vein endothelial cells // Anal Biochem. – 2016. – Vol. 508. – P. 15-18. – DOI: 10.1016/j.ab.2016.06.018.
4. Chandel S., Kumaragurubaran R., Giri H., Dixit M. Isolation and Culture of Human Umbilical Vein Endothelial Cells (HUVECs) // Methods Mol Biol. – 2024. – Vol. 2711. – P. 147-162. – DOI: 10.1007/978-1-0716-3429-5_12.
5. Hauser S., Jung F., Pietzsch J. Human Endothelial Cell Models in Biomaterial Research // Trends Biotechnol. – 2017. – Vol. 35, № 3. – P. 265-277. – DOI: 10.1016/j.tibtech.2016.09.007.
6. Khan A.R., Farid T.A., Pathan A. [et al.] Impact of cell therapy on myocardial perfusion and cardiovascular outcomes in patients with angina refractory to medical therapy: a systematic review and meta-analysis // Circ Res. – 2016. – Vol. 118, № 6. – P. 984-993.
7. Lau S., Gossen M., Lendlein A., Jung F. Venous and Arterial Endothelial Cells from Human Umbilical Cords: Potential Cell Sources for Cardiovascular Research // Int J Mol Sci. – 2021. – Vol. 22, № 2. – Article ID: 978. – DOI: 10.3390/ijms22020978.

8. Legros H., Launay S., Roussel B.D. [et al.] Newborn- and adult-derived brain microvascular endothelial cells show age-related differences in phenotype and glutamate-evoked protease release // *J Cereb Blood Flow Metab.* – 2009. – Vol. 29, № 6. – P. 1146-1158. – DOI: 10.1038/jcbfm.2009.39.
9. Mayani H. Biological differences between neonatal and adult human hematopoietic stem/progenitor cells // *Stem Cells Dev.* – 2010. – Vol. 19, № 3. – P. 285-298. – DOI: 10.1089/scd.2009.0327.
10. Medina-Leyte D.J., Domínguez-Pérez M., Mercado I. [et al.] Use of Human Umbilical Vein Endothelial Cells (HUVEC) as a Model to Study Cardiovascular Disease: A Review // *Appl Sci.* – 2020. – Vol. 10, № 3. – Article ID: 938. – DOI: 10.3390/app10030938.
11. Naderi-Meshkin H., Cornelius V.A., Eleftheriadou M. [et al.] Vascular organoids: unveiling advantages, applications, challenges, and disease modelling strategies // *Stem Cell Res Ther.* – 2023. – Vol. 14, № 1. – P. 292. – DOI: 10.1186/s13287-023-03521-2.
12. Robertson J.O., Erzurum S.C., Asosingh K. Pathological Roles for Endothelial Colony-Forming Cells in Neonatal and Adult Lung Disease // *Am J Respir Cell Mol Biol.* – 2023. – Vol. 68, № 1. – P. 13-22. – DOI: 10.1165/rcmb.2022-0318PS.
13. Sun H., Pratt R.E., Dzau V.J., Hodgkinson C.P. Neonatal and adult cardiac fibroblasts exhibit inherent differences in cardiac regenerative capacity // *J Biol Chem.* – 2023. – Vol. 299, № 5. – Article ID: 104694. – DOI: 10.1016/j.jbc.2023.104694.
14. Xu S., Liao J., Liu B. [et al.] Aerobic glycolysis of vascular endothelial cells: a novel perspective in cancer therapy // *Mol Biol Rep.* – 2024. – Vol. 51, № 1. – P. 717. – DOI: 10.1007/s11033-024-09588-1.

АССОЦИАЦИЯ СТЕПЕНИ МЕТИЛИРОВАНИЯ *TP53* И *ERCC2* С КОЛИЧЕСТВОМ КОПИЙ МИТОХОНДРИАЛЬНОЙ ДНК У РАБОТНИКОВ УГОЛЬНЫХ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Марущак Анна Владимировна

Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН

Научный руководитель: Минина Варвара Ивановна, д.б.н., Кемеровский государственный университет,

Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН

Marushchak.av@mail.ru

Аннотация. Производственный процесс угольных теплоэлектростанций сопровождается выбросами соединений, вызывающими угнетающее воздействие на геном населения. Существуют неоднозначные данные по оценке эпигенетического статуса работника. В работе произведена оценка генотоксического воздействия промышленной среды угольных теплоэлектростанций на геном и эпигеном работников. Установлено увеличение количества копий митохондриальной ДНК по сравнению как с фоновыми параметрами, так и в зависимости от статуса метилирования промоторных зон генов *TP53* и *ERCC2* у работников.

Ключевые слова: уголь, мтДНК, метилирование, *TP53*, *ERCC2*.

ASSOCIATION OF *TP53* AND *ERCC2* METHYLATION DEGREE WITH MITOCHONDRIAL DNA COPIES IN COAL-FIRED POWER PLANT WORKERS

Marushchak A.V., Federal Research Centre of Coal and Coal Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

Minina V. I., Grand PhD in Biological Sciences, Kemerovo State University, Federal Research Centre of Coal and Coal Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

Abstract. The production process of coal-fired thermal power plants is accompanied by emissions of compounds that cause genotoxicity in the population. There are ambiguous data on the assessment of the epigenetic status of the worker. The work assessed the genotoxic impact of the industrial environment of coal-fired thermal power plants on the genome and epigenome of workers. An increase in the number of mitochondrial DNA copies was found compared with both background parameters and depending on the methylation status of the promoter zones of the *TP53* and *ERCC2* genes in workers.

Keywords: coal, mtDNA, methylation, *TP53*, *ERCC2*.

Сжигание угля является одним из значимых источников загрязнения окружающей среды [21, 22]. Состав угля сложен и изобилует токсичными и мутагенными соединениями [4, 17, 20]. При этом в исследованиях продемонстрированы эффекты генотоксичности угольной пыли и золы, присутствующих вблизи угольных теплоэлектростанций на выживаемость клеточных линий [3, 8, 15]. К заболеваниям, связанным с угольным воздействием, относятся пневмокониоз, силикоз, бронхит, потеря функции легких [32].

Митохондрии играют важную роль в апоптозе и участвуют в передаче сигнала для пролиферации клеток [34]. Митохондриальный геном представляет собой кольцевую молекулу ДНК [31], присутствующую в нескольких копиях на клетку, и наследуется по материнской линии [13]. Митохондриальная ДНК (МтДНК) имеет длину 16 569 пар оснований и кодирует информацию для производства белковых субъединиц дыхательной цепи [25]. Внешние факторы оказывают существенное влияние на функционирование митохондрий, а также на число копий их генома [11, 36].

Метилирование ДНК является одним из эпигенетических механизмов, участвующих в регуляции функции генов [18, 33]. Известно, что окружающая среда оказывает влияние на степень метилирования ДНК [24]. Существуют неоднозначные данные по оценке генетических факторов и эпигенетического статуса у работников угольных теплоэлектростанций и ограниченное количество исследований, посвящённых данной проблеме. В связи с этим целью данной работы является изучение влияния генотоксичности соединений, присутствующих в воздухе угольных теплоэлектростанций, на статус метилирования промоторов генов *TP53* и *ERCC2* и количество копий митохондриального генома работников.

Материалы и методы. Исследование проводилось в соответствии с рекомендациями Хельсинской декларации Всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации» (утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 2660). Дизайн исследования («случай-контроль»)

одобрен локальным Этическим комитетом Федерального исследовательского центра угля и углехимии СО РАН (ФИЦ УУХ СО РАН г. Кемерово). Участие людей в исследовании базировалось на принципах добровольности и информированности о целях, методах и результатах работы.

Материалами для исследования послужили образцы венозной крови 300 работников угольных теплоэлектростанций г. Кемерово и 200 несвязанных с производством жителей Кемеровской области, составивших группу контроля. Характеристика обеих групп представлена в таблице:

Группа / характеристика		Работники (n = 300)	Контрольная группа (n = 200)
Пол	Мужчины	220	120
	Женщины	80	80
Средний возраст, $\mu \pm SEM$		50,6 $\pm$ 0,5	49,1 $\pm$ 0,8
Статус курения	Курящие	120	68
	Некурящие	180	132

Примечание: μ – среднее значение, SEM – стандартная ошибка среднего.

Оценка количества копий МтДНК проводилась методом количественной полимеразной цепной реакции (ПЦР). Отдельные реакции для гена мтДНК *CytB* и ядерного гена *B2M* в качестве референса ставили в парных 96-луночных планшетах в идентичных позициях. Каждый планшет включал серию разведений ДНК (1,25, 6,25, 25 и 100 нг), которые были использованы для создания калибровочной кривой и количественной оценки каждого образца. В каждую индивидуальную реакцию были взяты 10 нг ДНК. Для расчетов используется штатное программное обеспечение амплификатора. Число копий мтДНК оцениваются по значениям величины порогового цикла *Ct*. Выполняется контроль качества и расчет отношения мтДНК/ядДНК.

Для определения статуса метилирования промоторных областей генов *TP53* и *ERCC2* проводилась обработка образцов ДНК метабисульфитом натрия с последующим выявлением степени метилирования генов-мишеней метил-специфической ПЦР. Анализ результатов амплификации осуществлялся с помощью разделения продуктов методом горизонтального электрофореза в 3% агарозном геле. Выявление полученных продуктов проводилось в универсальной системе гель-документации Gel Doc.

Результаты и обсуждение. Число копий мтДНК в обеих исследуемых группах представлено в таблице:

Работники (n = 300)	Контрольная группа (n = 200)
$\mu \pm SEM$	$\mu \pm SEM$
8,6 $\pm$ 0,4*	6,1 $\pm$ 0,2

Примечание: μ – среднее значение, SEM – стандартная ошибка среднего; статистически значимые отличия при U-критерии Манна-Уитни $p < 0,01$.

При изучении количества копий МтДНК установлено повышение ($p < 0,01$) числа копий у работников угольных теплоэлектростанций по сравнению с группой контроля. Такие же результаты были получены в других работах по изучению числа копий МтДНК у работников угольного производства [5, 27, 35].

В лимфоцитах количество копий МтДНК варьирует от 450 до 600 копий на клетку [29]. Также было высказано предположение о том, что МтДНК демонстрирует обратную U-образную зависимость с дозой воздействия токсикантов окружающей среды [23], которые также связаны с числом копий МтДНК [30].

Распределение статуса метилирования исследуемых генов в группах представлено в таблице:

Группа / статус метилирования	Работники		Контрольная группа	
	<i>TP53</i>	<i>ERCC2</i>	<i>TP53</i>	<i>ERCC2</i>
Гиперметилированный промотор	100	81	36	63
Метилированный промотор	135	143	52	22
Деметилированный промотор	65	76	112	115

При изучении распределения статуса метилирования промоторных областей генов *TP53* и *ERCC2* у работников наблюдается увеличение гиперметилированных и метилированных промоторных участков обоих генов. При изучении работников коксовых печей наблюдалось гиперметилирование промотора *TP53* в ответ на

угольное воздействие [27]. В других работах продемонстрировано гиперметилирование промоторных областей p16 [16, 28], p15 [6] и p14 [12], AHR [14] у работников угольной промышленности. В некоторых работах также установлена ассоциация степени метилирования с частотой микроядер [28].

Измененная регуляция количества копий МтДНК может привести к развитию таких заболеваний, как нейродегенеративные [19, 37], сахарный диабет 2 типа [1, 9], сердечно-сосудистые [2].

Количество копий МтДНК в связи со статусом метилирования промоторных областей в исследуемых группах представлено в таблице:

Группа / статус промотора	Работники		Группа контроля	
	TP53	ERCC2	TP53	ERCC2
Гиперметилированный	4,4 ± 1,4* ^{1,2,5}	4,5 ± 1,4* ³	0,7 ± 0,3	0,7 ± 0,4
Метилированный	3,4 ± 1,5* ^{4,6}	3,6 ± 1,5* ⁴	0,6 ± 0,4	0,7 ± 0,4
Деметилированный	1,9 ± 1,3* ⁷	1,8 ± 1,3	0,6 ± 0,4	0,6 ± 0,4

Примечание: статистически значимые отличия: *¹ гиперметилированный от метилированного p < 0,0001; *² гиперметилированный от деметилированного p < 0,000001; *³ гиперметилированный от метилированного 0,003; *⁴ метилированный от деметилированного p < 0,000001; *⁵ отличия копий мтДНК работников от контроля 0,000001; *⁶ отличия копий мтДНК работников от контроля 0,000001; *⁷ отличия копий мтДНК работников от контроля 0,000001.

При сравнении копий МтДНК обеих групп в зависимости от статуса метилирования промоторов TP53 и ERCC2 установлено повышение числа копий всех уровней метилирования у работников по сравнению с контрольной группой. При сравнении копий МтДНК в группе рабочих угольных теплоэлектростанций наблюдается увеличение числа копий в зависимости от степени метилирования. Аналогичные данные получены в ряде других работ [5]. При сравнении копий МтДНК в контрольной группе в зависимости от статуса метилирования не установлено статистически значимых отличий.

В работах по изучению влияния воздействия угля и продуктов его сгорания наблюдалось увеличение процента глобального метилирования ДНК у работников по сравнению с группой контроля [10].

Выводы. Впервые установлено повышение повреждений МтДНК у работников угольных теплоэлектростанций, что говорит о влиянии средовых факторов на митохондриальный геном. Впервые установлено влияние статуса метилирования на изменение числа копий МтДНК у работников угольных теплоэлектростанций. Полученные данные помогут лучшему пониманию развития генотоксических эффектов у работников угольных теплоэлектростанций. Биомониторинг генотоксичности работников угольных теплоэлектростанций является необходимым инструментом для оценки генетических рисков, связанных со сложными смесями.

Список источников:

1. Al-Kafaji G., Aljadaan A., Kamal A., Bakhtiet M. Peripheral blood mitochondrial DNA copy number as a novel potential biomarker for diabetic nephropathy in type 2 diabetes patients / *Exp Ther Med*. 2018. – T. 16(2). – C. 1483-1492. doi: 10.3892/etm.2018.6319.
2. Ashar F. N., Zhang Y., Longchamps R. J., Lane J., Moes A., Grove M. L., Mychaleckyj J. C., Taylor K. D., Coresh J., Rotter J. L., Boerwinkle E., Pankratz N., Guallar E., Arking D. E. Association of Mitochondrial DNA Copy Number With Cardiovascular Disease / *JAMA Cardiol*. 2017. – T. 2. – C. 1247–1255.
3. Blinova I., Bityukova L., Kasemets K., Ivask A., Käkinen A., Kurvet I., Bondarenko O., Kanarbik L., Sihtmäe M., Aruoja V., Schvede H., Kahru A. Environmental hazard of oil shale combustion fly ash / *J Hazard Mater*. 2012. – T. 229-230. C. 192-200. doi: 10.1016/j.jhazmat.2012.05.095.
4. Çakmak G., Ertürk Ari P., Emerce E., Ari A., Odabaşı M., Schins R., Burgaz S., Gaga E. O. Investigation of spatial and temporal variation of particulate matter in vitro genotoxicity and cytotoxicity in relation to the elemental composition / *Mutat. Res. Toxicol. Environ. Mutagen*. 2019. – T. 842. C. 22-34. doi: 10.1016/J.MRGENTOX.2019.01.009.
5. Carugno M., Pesatori A. C., Dioni L., Hoxha M., Bollati V., Albetti B., Byun H. M., Bonzini M., Fustinoni S., Cocco P., Satta G., Zucca M., Merlo D. F., Cipolla M., Bertazzi P. A., Baccarelli A. Increased mitochondrial DNA copy number in occupations associated with low-dose benzene exposure / *Environ Health Perspect*. 2012. – T. 120(2). C. 210-215. doi: 10.1289/ehp.1103979.
6. Carugno M., Pesatori A. C., Dioni L., Hoxha M., Bollati V., Albetti B., Byun H. M., Bonzini M., Fustinoni S., Cocco P., Satta G., Zucca M., Merlo D. F., Cipolla M., Bertazzi P. A., Baccarelli A. Increased mitochondrial DNA copy number in occupations associated with low-dose benzene exposure / *Environ Health Perspect*. 2012. – T. 120(2). – C. 210-215. doi: 10.1289/ehp.1103979.
7. Carugno M., Pesatori A. C., Dioni L., Hoxha M., Bollati V., Albetti B., Byun H. M., Bonzini M., Fustinoni S., Cocco P., Satta G., Zucca M., Merlo D. F., Cipolla M., Bertazzi P. A., Baccarelli A. Increased mitochondrial DNA copy number in occupations associated with low-dose benzene exposure / *Environ Health Perspect*. 2012. – T. 120(2). – C. 210-215. doi: 10.1289/ehp.1103979.
8. Chakraborty R., Mukherjee A. K., Mukherjee A. Evaluation of genotoxicity of coal fly ash in *Allium cepa* root cells by combining comet assay with the *Allium* test / *Environ Monit Assess*. 2009. – T. 153(1-4). – C. 351-357. doi: 10.1007/s10661-008-0361-z.
9. Choi Y. S., Kim S., Pak Y. K. Mitochondrial transcription factor A (mtTFA) and diabetes / *Diabetes Res. Clin. Pract*. 2001. – T. 54(2). – C. 3–9. doi: 10.1016/s0168-8227(01)00330-8.

10. de Souza M. R., Kahl V. F. S., Rohr P., Kvitko K., Cappetta M., Lopes W. M., da Silva J. Shorter telomere length and DNA hypermethylation in peripheral blood cells of coal workers / *Mutat Res Genet Toxicol Environ Mutagen*. 2018. – T. 836(Pt B). – C. 36-41. doi: 10.1016/j.mrgentox.2018.03.009.
11. Durand M., Nagot N., Nhu Q. B. T., Vizeux A., Thuy L. L. T., Duong H. T., Thanh B. N., Rapoud D., Vallo R., Quillet C., Tran H. T., Michel L., Tuyet T. N. T., Hai O. K. T., Hai V. V., Feelemyer J., Vande Perre P., Des Jarlais D., Minh K. P., Laureillard D., Molès J. P. Long-Term Persistence of Mitochondrial DNA Instability among HCV-Cured People Who Inject Drugs / *Biomedicine*. 2022. – T. 10(10):2541. doi: 10.3390/biomedicine10102541.
12. Farzaneh-Far R., Cawthon R. M., Na B., Browner W. S., Schiller N. B., Whooley M. A. Prognostic value of leukocyte telomere length in patients with stable coronary artery disease: data from the Heart and Soul Study / *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2008. T. 28(7). – C. 1379-1384. doi: 10.1161/ATVBAHA.108.167049.
13. Giles R. E., Blanc H., Cann H. M., Wallace D. C. Maternal inheritance of human mitochondrial DNA / *Proc Natl Acad Sci U S A*. 1980. – T. 77. – C. 6715-6719.
14. Hoxha M., Dioni L., Bonzini M., Pesatori A. C., Fustinoni S., Cavallo D., Carugno M., Albetti B., Marinelli B., Schwartz J., Bertazzi P. A., Baccarelli A. Association between leukocyte telomere shortening and exposure to traffic pollution: a cross-sectional study on traffic officers and indoor office workers / *Environ Health*. 2009. – T. 8. – 41c. doi: 10.1186/1476-069X-8-41.
15. Könczöl M., Goldenberg E., Ebeling S., Schäfer B., Garcia-Käufer M., Gminski R., Grobety B., Rothen-Rutishauser B., Merfort I., Gieré R., Mersch-Sundermann V. Cellular uptake and toxic effects of fine and ultrafine metal-sulfate particles in human A549 lung epithelial cells / *Chem Res Toxicol*. 2012. – T. 25(12). – C. 2687-2703. doi: 10.1021/tx300333z.
16. Kovatsi L., Georgiou E., Ioannou A., Haitoglou C., Tzimogiorgis G., Tsoukali H., Kouidou S. p16 promoter methylation in Pb2+ -exposed individuals / *Clin Toxicol (Phila)*. 2010. – T. 48(2). – C. 124-128. doi: 10.3109/15563650903567091.
17. Kravchenko J., Lyerly H. K. The impact of coal-powered electrical plants and coal ash impoundments on the health of residential communities / *N. C. Med. J.* 2018. – T. 79. – C. 289-300. doi: 10.18043/ncm.79.5.289.
18. Law P. P., Holland M. L. DNA methylation at the crossroads of gene and environment interactions. *Essays Biochem*. 2019. – T. 63(6). – C. 717-726. doi: 10.1042/EBC20190031.
19. Macmillan C. J., Shoubridge E. A. Mitochondrial DNA depletion: Prevalence in a pediatric population referred for neurologic evaluation / *Pediatr. Neurol*. 1996. – T. 14. – C. 203-210. doi: 10.1016/0887-8994(96)00018-5.
20. Mayer M., Hahn M., Gerstl F., Köwer T., Rink S., Kunz W., Duerkop A., Baemumner A. J. Shedding light on the diversity of surfactant interactions with luminol electrochemiluminescence for bioanalysis / *Anal. Chem*. 2019. doi: 10.1021/acs.analchem.9b03275.
21. Menezes A. P., Da Silva J., Roloff J., Reyes J., Debastiani R., Dias J. F., Rohr P., de Barros Falcão Ferraz A. Baccharis trimera (Less.) DC as genotoxicity indicator of exposure to coal and emissions from a thermal power plant // *Arch Environ Contam Toxicol*. 2013. – T. 65(3). – C. 434-441. doi: 10.1007/s00244-013-9918-0.
22. Menezes A. P., Da Silva J., Rossato R. R., Santos M. S., Decker N., Da Silva F. R., Cruz C., Dihl R. R., Lehmann M., Ferraz A. B. Genotoxic and biochemical changes in *Baccharis trimera* induced by coal contamination // *Ecotoxicol Environ Saf*. 2015. – T. 114. – C. 9-16. doi: 10.1016/j.ecoenv.2015.01.001.
23. Meyer J. N., Hartman J. H., Mello D. F. Mitochondrial Toxicity / *Toxicol Sci* 2018. – T. 162. C. 15-23.
24. Nava-Rivera L. E., Betancourt-Martínez N. D., Lozoya-Martínez R., Carranza-Rosales P., Guzmán-Delgado N. E., Carranza-Torres I. E., Delgado-Aguirre H., Zambrano-Ortiz J. O., Morán-Martínez J. Transgenerational effects in DNA methylation, genotoxicity and reproductive phenotype by chronic arsenic exposure / *Sci Rep*. 2021. – T. 11(1):8276. doi: 10.1038/s41598-021-87677-y.
25. Nicholls D. G., Fergusson S. J. *Bioenergetics* / 4 ed. Academic Press. – 2013.
26. Pavanello S., Dioni L., Hoxha M., Fedeli U., Mielzyńska-Svach D., Baccarelli A. A. Mitochondrial DNA copy number and exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons / *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2013. – T. 22(10). – C. 1722-1729. doi: 10.1158/1055-9965.EPI-13-0118.
27. Pavanello S., Pesatori A. C., Dioni L., Hoxha M., Bollati V., Siwinska E., Mielzyńska D., Bolognesi C., Bertazzi P. A., Baccarelli A. Shorter telomere length in peripheral blood lymphocytes of workers exposed to polycyclic aromatic hydrocarbons / *Carcinogenesis*. 2010. – T. 31(2). – C. 216-221. doi: 10.1093/carcin/bgp278.
28. Pavanello S., Pulliero A., Saia B. O., Clonfero E. Determinants of anti-benzo[a]pyrene diol epoxide-DNA adduct formation in lymphomonocytes of the general population / *Mutat Res*. 2006. – T. 611(1-2). – C. 54-63. doi: 10.1016/j.mrgentox.2006.06.034.
29. Rausser S., Trumpff C., McGill M. A., Junker A., Wang W., Ho S. H., Mitchell A., Karan K. R., Monk C., Segerstrom S. C., Reed R. G., Picard M. Mitochondrial phenotypes in purified human immune cell subtypes and cell mixtures / *Elife*. 2021. – T. 26;10:e70899. doi: 10.7554/eLife.70899.
30. Roubicek D. A., Souza-Pinto N. C. Mitochondria and mitochondrial DNA as relevant targets for environmental contaminants / *Toxicology*. 2017. – T. 391. – C. 100-108.
31. Sagan L. On the origin of mitosing cells / *J Theor Biol*. 1967. – T. 14. C. 255-274.
32. Souza M. R., Garcia A. L. H., Dalberto D., Picinini J., Touguinha L. B. A., Salvador M., da Silva J. Multiple factors influence telomere length and DNA damage in individuals environmentally exposed to a coal-burning power plant / *Mutat Res Genet Toxicol Environ Mutagen*. 2024. – T. 898:503793. doi: 10.1016/j.mrgentox.2024.503793.
33. von Känel T., Huber A. R. DNA methylation analysis / *Swiss Med Wkly*. 2013. – T. 28;143:w13799. doi: 10.4414/smw.2013.13799.
34. Wallace D. C. Mitochondria as chi / *Genetics*. 2008. – T. 179. – C. 727-735. doi: 10.1534/genetics.104.91769.
35. Wang Y., Tan J., Wang W., Duan X., Lappe B., Shi L., Yang Y., Shi X. The Association Between Polymorphisms in Cell-Cycle Genes and Mitochondrial DNA Copy Number in Coke Oven Workers / *Front Public Health*. 2022. – T. 10:904856. doi: 10.3389/fpubh.2022.904856.
36. Wu Z., Sainz A. G., Shadel G. S. Mitochondrial DNA: cellular genotoxic stress sentinel / *Trends Biochem Sci*. 2021. – T. 46(10). – C. 812-821. doi: 10.1016/j.tibs.2021.05.004.
37. Yang S. Y., Castellani C. A., Longchamps R. J., Pillalamarri V. K., O'Rourke B., Guallar E., Arking D. E. Blood-derived mitochondrial DNA copy number is associated with gene expression across multiple tissues and is predictive for incident neurodegenerative disease / *Genome research*. 2021. T. 31. C. 349-358.

ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНА *ERCC2* У ШАХТЕРОВ БОЛЬНЫХ РАКОМ ЛЕГКОГО

Минин Артем Вячеславович¹,

Марущак Анна Владимировна²

1 - Кемеровский государственный университет

2 - Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН

Научный руководитель: Шабалдин Андрей Владимирович, д.м.н., Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний, Кемеровский государственный университет»

a.v.minin2000@mail.ru

Аннотация. Полиморфизм генов репарации ДНК, способен оказывать существенное влияние на предрасположенность к развитию рака легкого. С помощью секвенирования были изучены все варианты гена *ERCC2* встречающиеся у больных раком легкого, проживающих в Кузбассе. С помощью полимеразной цепной реакции в режиме реального времени на выборке из 500 жителей Кемеровской области было установлено, что у обладателей генотипа *ERCC2 GG (rs13181)* риск развития рака легкого в 2 раза выше, чем у обладателей других герминальных вариантов.

Ключевые слова: рак легкого, шахтеры, генетический полиморфизм, репарация ДНК, *ERCC2*

***ERCC2* GENE POLYMORPHISM IN MINERS WITH LUNG CANCER**

Minin A.V., Kemerovo State University, Marushchak A.V., Federal Research Centre of Coal and Coal Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

Shabaldin A.V., MD, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, Kemerovo State University

Abstract. Polymorphism of DNA repair genes can have a significant impact on the predisposition to lung cancer. Using sequencing, all variants of the *ERCC2* gene found in miners with lung cancer were studied. Using a real-time polymerase chain reaction on a sample of 500 residents of the Kemerovo Region, it was found that those with the *ERCC2 GG (rs13181)* genotype have a 2-fold higher risk of developing lung cancer than those with other germline variants.

Keywords: lung cancer, miners, genetic polymorphism, DNA repair, *ERCC2*.

Будучи одним из самых смертоносных и наиболее распространенных типов опухолей в мире, рак легкого (РЛ) является основной причиной смерти, связанной с опухолями, во всем мире [3]. У шахтеров 95,1% смертей от злокачественных новообразований приходится на РЛ [5], что связывают с воздействием радона, взвешенных частиц угольной пыли и кремния, тяжелых металлов и полициклических ароматических углеводородов. Поиск маркеров высокой индивидуальной чувствительности к действию факторов среды активно ведется во всем мире. В качестве перспективных маркеров рассматривают врожденные особенности генов. Поиск герминальных вариантов методом NGS-секвенирования ранее позволил выявить у больных РЛ особенности вариантов в генах *BDS*, *TSHR*, *BLM*, *BRCA2* и *ATM* [4]. Ассоциативные исследования с использованием ген-кандидатного подхода также указывают на значимый вклад полиморфизма генов репарации ДНК в формирование предрасположенности к РЛ [2].

В этой связи большой интерес вызывает полиморфизм гена *ERCC2* (excision repair 2, TFIIH core complex helicase subunit). *ERCC2* функционирует как ген репарации ДНК, участвующий в разделении двойной спирали посредством 5'-3' геликазной активности. Он является частью комплекса фактора транскрипции II человека (TFIIH) и зависит от АТФ. Известно, что комплекс TFIIH участвует в пути репарации нуклеотидов эксцизионной репарации (NER), который может восстанавливать повреждения ДНК, вызванные химиотерапевтическим лечением и базальной транскрипцией. Варианты *ERCC2* наблюдались при различных видах рака. Ряд исследований предполагают, что варианты *ERCC2* могут выступать в качестве биомаркеров для прогнозирования ответа на неoadьювантное лечение и прогноза рака. Кроме того, было замечено, что полиморфизм *Lys751Gln* увеличивает риск при ряде типов рака, однако результаты таких работ остаются противоречивыми.

Цель работы: анализ полиморфных вариантов гена *ERCC2* у жителей Кузбасса больных РЛ и верификация предиктивной значимости одного из его распространенных вариантов - *rs13181*.

Материалы и методы. Исследование проводилось в соответствии с рекомендациями Хельсинской декларации Всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации»

(утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 2660). Дизайн исследования (кандидатное исследование по принципу случай-контроль) одобрен локальным Этическим комитетом Федерального исследовательского центра угля и углехимии СО РАН (ФИЦ УУХ СО РАН г. Кемерово). Участие людей в исследовании базировалось на принципах добровольности и информированности о целях, методах и результатах работы. Материалами для исследования стали образцы венозной периферической крови неродственных индивидов русской национальности, проживающих в г. Кемерово (Западная Сибирь, Россия).

Секвенирование. С целью анализа полного спектра возможных генетических вариантов в *ERCC2* у больных РЛ на базе лаборатории молекулярной патологии «Геномед» (г. Москва) был выполнен анализ ДНК по технологии секвенирования нового поколения методом парно-концевого чтения с помощью секвенатора Illumina NextSeq 500. Длина прочтения 2x150 п.н. Максимальный выход данных 100-120 млн п.н. На базе Кемеровского областного клинического онкологического диспансера был собран биоматериал (периферическая кровь) от 10 добровольцев русской национальности с диагнозом РЛ. Отбирали варианты генов с глубиной прочтения не менее 70X (среднее покрытие 120X). Такое покрытие позволяет осуществлять детекцию вариантов, в среднем, не менее чем в 98% целевых участков, входящих в исследование. Участки генома с покрытием, не соответствующим критериям достоверности вследствие технических ограничений секвенса, в дальнейший анализ не включались. Обработка данных секвенирования проводилась с использованием автоматизированного алгоритма, включающего выравнивание прочтений на референсную последовательность генома человека (hg38), постпроцессинг выравнивания, выявление вариантов и фильтрацию вариантов по качеству, а также аннотацию выявленных вариантов по каноническому транскрипту каждого гена и их приоритизацию с учетом рекомендаций ACMG.

Полимеразная цепная реакция. Для верификации значимости вариантов был выбран один из наиболее распространенных SNP в гене *ERCC2 rs13181*. Были собраны образцы периферической крови 500 жителей Кемеровской области: 246 мужчин, бывших шахтеров, с установленным диагнозом РЛ и 254 здоровых мужчины близкого возраста (средний возраст 59 лет). Выделение ДНК проводили стандартным методом фенол-хлороформной экстракции. Полимеразную цепную реакцию (ПЦР) в режиме реального времени проводили с набором реактивов производства ООО «ДНК-синтез» с использованием амплификатора CFX-96 (BioRad, США). Изученный SNP (*rs13181*) в гене *ERCC2* представляет собой миссенс-вариант. Это замена нуклеотидов *T>G* в позиции 2251, приводящая к замене аминокислот в белке: *Lys751Gln*. Цитогенетическая локализация 19q13.32. Позиция в геноме: GRCh38: chr19:45351661.

Статистическая обработка результатов. Геномные базы данных формировались в формате программного обеспечения Microsoft Excel и StatSoft Statistica 10.0. Сопоставление частот генотипических вариантов проводилось с помощью критерия χ^2 с поправкой Йетса. Для сопоставления региональных частот минорного аллеля данным крупных российских и международных баз использовались ресурсы: RUSeq (<http://ruseq.ru/>), База данных популяционных частот генетических вариантов населения Российской Федерации. ФМБА России (GDB: <https://gdbpop.nir.cspfmba.ru/>), GnomAD (<https://gnomad.broadinstitute.org/>), ALFA (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/snp/rs13181>).

Результаты. В результате секвенирования гена *ERCC2* и биоинформатической обработки данных у больных РЛ были выявлены:

- миссенс варианты: с.2251T>G (p.Lys751Gln), с.934G>A (p.Asp312Asn);
- синонимичные варианты: с.468A>C (p.Arg156Arg);
- интронные варианты: с.246+44A>G, с.1758+32C>G, с.247-35G>A, с.1480-87delA, с.2191-77dupG, с.2191-81G>C, с.361-62A>T, с.1832-26C>T, с.949+27dupC;
- 3_prime_UTR_вариант с.*119delC.

Среди миссенс-вариантов наиболее распространенным был вариант p.Lys751Gln, который наблюдался у 60% пациентов. Замена (2251 A>C), приводящая к *Lys751Gln*, меняет конфигурацию белка и может влиять на его взаимодействие с хеликазным активатором p44. Функциональное значение вариантов *ERCC2* не вполне ясно, но показано, что некоторые варианты могут быть ассоциированы с уменьшением репаративной способности [1]. В результате генотипирования при помощи ПЦР выборки из 482 жителей Кемеровской области было установлено, что частота минорного аллеля в группе здоровых 0,314, что соответствует данным, представленным в российских (0,389 в RUSeq, 0,40 в GDB) и международных базах данных (0,136 в GnomAD; 0,357 в ALFA). Частота минорного аллеля в группе шахтеров больных РЛ была выше и составила 0,447. Анализ различных моделей наследования показал существование статистически значимой ассоциации между *ERCC2 rs13181* и риском РЛ в рецессивной модели наследования: OR 2.01; 95%CI 1.20-3.38; p=0.007.

Заключение. Проведенные исследования позволяют заключить, что унаследованный герминальный вариант – генотип GG гена *ERCC2* в 2 раза увеличивает риск формирования РЛ у шахтеров Кузбасса.

Список источников:

1. Benhamou S, Sarasin A. *ERCC2 /XPD gene polymorphisms and lung cancer: a HuGE review* // *Am J Epidemiol.* – 2005.- 161(1).- P.1-14. doi: 10.1093/aje/kwi018.
2. Ritambhara, Kumar R, Gupta MK, Gautam P, Tiwari S, Vijayraghavalu S, Shukla GC, Kumar M. *Higher order genes interaction in DNA repair and cytokine genes polymorphism and risk to lung cancer in North Indians* // *J Cancer Res Ther.*- 2022.- 18(4).- P. 953-963. doi: 10.4103/jcrt.JCRT_51_20.
3. Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Laversanne M, Soerjomataram I, Jemal A, Bray F. *Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries* // *CA Cancer J Clin.* -2021.-71(3).- P.209-249. doi: 10.3322/caac.21660.
4. Yu Z, Zhang Z, Liu J, Wu X, Fan X, Pang J, Bao H, Yin J, Wu X, Shao Y, Liu Z, Liu F. *Identification of pathogenic germline variants in a large Chinese lung cancer cohort by clinical sequencing* // *Mol Oncol.* - 2024. - 18(5).- P. 1301-1315. doi: 10.1002/1878-0261.13548.
5. Пиктушанская Т.Е. *Структура причин смерти шахтеров с установленным диагнозом профзаболевания* // *Медицина труда и промышленная экология.* – 2019.- (9). –P. 720-720. doi: 10.31089/1026-9428-2019-59-9-720-721.

ВКЛАД МАТЕРИНСКИХ ГЕНОВ ИММУННОГО ОТВЕТА И МЕТАБОЛИЗМА КСЕНОБИОТИКОВ В ФОРМИРОВАНИЕ СЕПТАЛЬНЫХ ВРОЖДЕННЫХ ПОРОКОВ СЕРДЦА В ПОСЛЕДУЮЩЕМ ПОКОЛЕНИИ

Павлова Екатерина Александровна,

Ивачев Евгений Витальевич, Синицкая Анна Викторовна

Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний

Научный руководитель: Шабалдин Андрей Владимирович, д.м.н., Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний, Кемеровский государственный университет

Weit2007@yandex.ru

Аннотация. Проведен анализ широкого спектра полиморфных вариантов генов у женщин, имеющих детей с врожденными пороками сердца (ВПС) с целью выявления материнских генетических маркеров риска формирования септальных ВПС в последующем поколении. Наиболее значимыми полиморфными вариантами генов, детерминирующими формирование ВПС в последующем поколении, оказались *HLADRB1*13*, аллель *T* полиморфного участка гена *IL10 rs1800896*, аллель *C* полиморфного участка гена *CYP1A1 rs1048943* и аллель *G* полиморфного участка гена *GSTM1 rs74837985*. Эти аллели показали в логистическом уравнении 100% чувствительность и специфичность и могут быть использованы в мультиплексной ПЦР для прегравидарного прогнозирования риска формирования ВПС в последующем поколении.

Ключевые слова: врожденные пороки сердца, генетический полиморфизм, *HLADRB1*, *IL10*, *CYP1A1*, *GSTM1*.

CONTRIBUTION OF MATERNAL GENES OF IMMUNE RESPONSE AND XENOBIOTIC METABOLISM TO THE FORMATION OF SEPTAL CONGENITAL HEART DEFECTS IN THE SUBSEQUENT GENERATION

Pavlova E.A., Ivachev E.V., Sinitskaya A.V., Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases

Shabaladin A.V., MD, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, Kemerovo State University

Abstract. The aim of the study was to analyze a wide range of polymorphic variants of genes in women with children with congenital heart defects (CHD), to identify maternal genetic markers of the risk of developing septal CHD in the next generation. The most significant polymorphic variants of genes determining the development of congenital heart defects in the next generation were identified. They were *HLADRB1*13*, the *T* allele of the *IL10* gene polymorphic region *rs1800896*, the *C* allele of the *CYP1A1* gene polymorphic region *rs1048943*, and the *G* allele of the *GSTM1* gene polymorphic region *rs74837985*. These alleles showed 100% sensitivity and specificity in the logistic equation and can be used in multiplex PCR for pregravid-stage prediction of the risk of developing congenital heart defects in the next generation.

Keywords: congenital heart defects, genetic polymorphism, *HLADRB1*, *IL10*, *CYP1A1*, *GSTM1*.

Одной из причин формирования спорадических (без семейной истории и без хромосомных аномалий) врожденных пороков сердца (ВПС) может быть влияние тератогенных факторов на женщину в период ранней беременности (эмбриональный период для зародыша). С этих позиций для выявления генетических маркеров ВПС неоднократно исследовались полиморфные варианты генов, детерминирующих ферменты метаболизма ксенобиотиков (цитохромы, трансферазы) [4]. Кроме того, принимая во внимание концепцию иммунохимического поддержания гомеостаза индивидуума [6], можно предполагать и участие в детерминировании антитератогенной защиты со стороны беременной женщины генов иммунной системы. Публикации по ассоциации генов цитокинов, врожденного иммунитета и иммунного ответа с ВПС представлены достаточно широко [8, 9]. Также, многочисленные генетические исследования показали ассоциативные связи между полиморфными участками генов, детерминирующих процессы метаболизма эндо- и ксенобиотиков (*GST*, *CYP*), факторы транскрипции (*GATA*, *CRELD*), сигнальные пути (*NOTCH*), мембранные рецепторы с плейотропным эффектом (*TREM*, *TLR*) и антиген-презентирующие молекулы (*HLA*), а также цитокины с плейотропным действием, с ВПС [1, 2, 3, 7].

Особый интерес представляют исследования вышеупомянутых генов у женщин, как возможных предикторов формирования ВПС в последующем поколении, то есть оценка детерминирования ВПС у эмбриона со стороны женского организма. Этот подход позволит сформировать генетическую панель на основе мультиплексной полимеразной цепной реакции (ПЦР) для прегравидарного прогнозирования риска формирования ВПС в последующем поколении. В тоже время, существенной проблемой при оценке влияния на формирование ВПС широкого набора полиморфных вариантов генов несвязанных между собой сигнальными путями является их сложное комбинированное взаимодействие, что требует применения развитой схемы анализа данных бинарной системы «больные – здоровые».

Исходя из вышесказанного была поставлена **цель исследования**: анализ широкого спектра полиморфных вариантов генов женщин, имеющих детей с ВПС, для выявления материнских генетических маркеров риска формирования септальных ВПС в последующем поколении.

Материалы и методы. Исследование проводилось в соответствии с рекомендациями Хельсинской декларации Всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации» (утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 2660). Дизайн исследования (пилотное исследование по принципу случай-контроль) одобрен локальным Этическим комитетом Научно-исследовательского института комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний (НИИ КПССЗ г. Кемерово). Для решения поставленной цели использовался регистр ВПС ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний» (НИИ КПССЗ) и ДНК матерей, родивших детей с ВПС, находящейся в банке биологического материала НИИ КПССЗ [10]. Для исследования было отобрано 105 образцов женской ДНК (основная группа). Все дети, родившихся от этих матерей имели септальные ВПС (43 ребенка с дефектом межжелудочковой перегородки, и 62 ребенка с дефектом межпредсердной перегородки). Контрольная группа была сформирована из ДНК женщин, родивших только условно здоровых детей (n=105). Данная ДНК, а также информация о родителях и детях находилась в банке биологического материала НИИ КПССЗ.

Исходя из литературных данных было выбрано 39 полиморфных участков генов, с учетом полученных данных об их ассоциациях с ВПС и/или распространенности минорного аллеля полиморфного сайта в популяции по данным HarMap не более 5%. Представленные гены детерминировали молекулы, участвующие в метаболизме эндо- и ксенобиотиков, эмбриогенезе сердца, межклеточных взаимодействиях и врожденном иммунитете (*GSTP1*, *CYP1A1*, *CYP1A2*, *GATA6*, *CRELD1*, *NOTCH*, *TREM1*, *TLR1*, *TLR2*, *TLR4*, *TLR6*, *IL6*, *IL6R*, *IL8*, *IL10*, *TNFA*). Генотипирование осуществляли с помощью метода ПЦР с использованием TaqMan зондов (Thermo Fisher Scientific, США) по выбранным локусам на детектирующем амплификаторе ViiATM 7 RealTime PCR System (Life Technologies, США). Кроме того, проведено типирование гена *HLADRB1** (ген иммунного ответа – Ig-ген) с помощью коммерческого набора ООО «ДНК-технология» (Россия, г. Москва), также с использованием детектирующего амплификатора ViiATM 7 RealTime PCR System (Life Technologies, США). Определялись аллели этого гена: 01, 04, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18.

Базы данных были сформированы в формате программного обеспечения Microsoft Excel и StatSoft Statistica 10.0. Для оценки влияния различных аллелей исследуемых генов была проведена линейная множественная регрессия, где зависимой переменной было наличие или отсутствие у матерей, рождение детей с септальными ВПС (0 - отсутствие, 1 – наличие). Независимыми факторами выступили все исследуемые аллели (на 39 локусов - 78 аллелей и дополнительно 14 аллелей гена *HLADRB1*, всего 92 аллеля). Для каждого аллеля был выставлен свой балл (0 – отсутствие аллеля, 1 – аллель присутствовал в гетерозиготе, 2 – аллель был в гомозиготе). Для полиморфного варианта гена *CYP1A2* (*Deletion*) *rs3569413*, где имелись или присутствие *T*-аллеля или его делеция, запись проводилась как *T* (наличие аллеля *T*) и *del* (наличие делеции), с учетом, описанных выше баллов. В качестве референсных значений использовались показатели контрольной группы. Вероятность ошибки первого рода была принята за 5%, а второго уровня – за 20%, соответственно уровень статистической значимости выявлялся при $p < 0,05$, что соответствует стандартным требованиям. Эффективность полученных логистических уравнений оценивалась по показателю площади под кривой (AUC) из ROC-анализа, являющемся стандартом для оценки качества бинарной классификации.

Результаты. Проведенное исследование показало, что из 92 анализируемых аллелей, только 4 имели взаимосвязи с основной группой женщин, имеющих детей с ВПС. Ими оказались *HLADRB1**13, аллель *T* полиморфного участка гена *IL10 rs1800896*, аллель *C* полиморфного участка гена *CYP1A1 rs1048943* и аллель *G* полиморфного участка гена *GSTM1 rs74837985*. Эти аллели, определяли риск формирования септальных ВПС в последующем поколении с 100% специфичностью и чувствительностью. Так, результаты линейной множественной регрессии интерпретировались в логит-преобразовании в логистическое уравнение, которой было представлено в виде: $Y = (\text{EXP}(Z) / (1 + \text{EXP}(Z))) \times 100\%$, где $Z = 0,992 - 0,499 \cdot X_1 + 0,021 \cdot X_2 + 0,024 \cdot X_3 + 0,003 \cdot X_4$, где: X_1 - аллель *C* полиморфного участка гена *CYP1A1 rs1048943*, количественно (0 – нет аллеля, 1 - аллель в гетерозиготе, 2 – аллель в гомозиготе), X_2 - аллель *G* полиморфного участка гена *GSTM1 rs74837985*,

количественно (0 – нет аллеля, 1 – аллель в гетерозиготе, 2 – аллель в гомозиготе), X3- *HLADRB1**13 аллель гена *HLARB1*, количественно (0 – нет аллеля, 1 – аллель в гетерозиготе, 2 – аллель в гомозиготе), X4 – аллель *T* полиморфного участка гена *IL10 rs1800896*, количественно (0 – нет аллеля, 1 – аллель в гетерозиготе, 2 – аллель в гомозиготе); а 0,992 является свободным членом логистической модели; и, соответственно, *Y* – вероятность риска формирования септальных ВПС в последующем поколении. Суммарная значимость вклада всех десяти показателей была достоверная ($p < 0,001$). Вероятность риска формирования септальных ВПС в последующем поколении 99,9%, достигается при *Y* выше 53,89%. чувствительность и специфичность полученного уравнения расчета риска формирования дефицита функционирования слизистой оболочки полости носа превышали 89%, то есть были очень высокими, критерий разграничения риска равнялся 51,05%. Необходимо также отметить, что детерминирование формирования септальных ВПС в последующем поколении связана с генами, с которых синтезируются цитохромы и трансферазы, участвующие в метаболизме ксенобиотиков, с одной стороны, а также молекулы иммунных взаимодействий и регуляции воспаления. Эти данные укладываются в концепцию иммунохимического гомеостаза беременной женщины и ее эмбриона/плода [5]. Именно через этот геномный профиль могут дереминироваться отклонения с повышенным влиянием на зародыш/эмбрион, с одной стороны, тератогенных ксенобиотиков, а, с другой стороны, неадекватная иммунная защита от них зародыша/эмбриона и высокий уровень воспалительных реакций на них, в том числе со стороны материнского организма. Известно, что воспаление усиливает пироптоз, который изменяет дифференциально-пролиферативный потенциал стволовых клеток сердечно-сосудистой системы зародыша/эмбриона.

Заключение. Полученное уравнение может быть использовано в качестве способа прогнозирования риска формирования септальных ВПС на прегравидарном этапе, что позволит провести неспецифическую профилактику развития данной патологии у эмбриона/плода.

Список источников:

1. Cresci, M. Maternal and Paternal Environmental Risk Factors, Metabolizing *GSTM1* and *GSTT1* Polymorphisms, and Congenital Heart Disease / M. Cresci // *American Journal of Cardiology*. – 2011. – V. 108:(11). – P. 1625 – 1631. – (doi: 10.1016/j.amjcard.2011.07.022).
2. Novel *GATA6* Mutations Associated with Congenital Ventricular Septal Defect or Tetralogy of Fallot. *DNA and Cell Biology* / J. Wang [et al.] // - 2012. - № 31(11). – P. 1610–1617. – (doi: 10.1089/dna.2012.1814).
3. Polymorphic Haplotypes of *CRELD1* Differentially Predispose Down Syndrome and Euploids Individuals to Atrioventricular Septal Defect / P. Ghosh [et al.] // *Am J Med Genet A*. – 2012. – V. 158:(11). – P. 2843-2848. – (doi: 10.1002/ajmg.a.35626).
4. Suluba, E., Shuwei, L., Xia, Q., & Mwanga, A. (2020). Congenital heart diseases: genetics, non-inherited risk factors, and signaling pathways. *Egyptian Journal of Medical Human Genetics*, 21, 1-12.
5. Глушков, А. Н. (2013). Клиническая иммунохимия канцерогенеза: новые задачи и перспективы. *Российский иммунологический журнал*, 7(1), 27-34.
6. Ковалев, И. Е., & Ковалева, В. Л. (2003). Роль взаимодействия систем цитохрома P-450, оксида азота и комплемента в иммунохимической функциональной системе гомеостаза. *Химико-фармацевтический журнал*, 37(9), 3-8.
7. Шабалдин, А. В., Сеницкая, А. В., & Шмелевич, С. А. (2022). Роль генов цитокинов и Toll-подобных рецепторов в патогенезе врожденных пороков сердца. *Медицинская иммунология*, 24(3), 605-616.
8. Шабалдин А. В., Цепкина А. В., Долгих О. В., Шабалдина Е. В. и Понасенко А. В. (2021). Комбинация аллелей *HLA-DRB1* как фактор, вызывающий риски спорадических врожденных пороков сердца и врожденных пороков развития без хромосомных заболеваний. *Анализ риска для здоровья*, (1), 133-142.
9. Шабалдин А. В., Цепкина А. В., Шмелевич С. А. и Понасенко А. В. (2022). Генетические предикторы спорадических врожденных пороков сердца у детей. *Молекулярная медицина*, 20(1), 53-58.
10. Электронный регистр пациентов с врожденным пороком сердца Игишева Л.Н., Шабалдин А.В., Шмелевич С.А., Джун И.Е. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2015660991, 14.10.2015. Заявка № 2015617738 от 24.08.2015.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ТРЕХМЕРНОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ И АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОЛУКОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА ГИСТОЛОГИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Степанов Александр Денисович¹,

Шутов Артем Станиславович², Соболев Евгений Алексеевич²

1 - Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний

2 - Лицей №84

Научный руководитель: Кутихин Антон Геннадьевич, д.м.н., Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний»

Sasste@mail.ru

Аннотация. Одним из наиболее частых пороков сердца является аортальный стеноз, который сопровождается кальциевым поражением аортального клапана. Активно проводимые в данном направлении доклинические испытания подразумевают гистохимическое окрашивание и оценку кальцификации всего одного наиболее репрезентативного среза аортального клапана мыши, выступающего в качестве исследуемой модели, что отрицательно сказывается на качестве формулируемых выводов вследствие неравномерного распределения кальциевого поражения по срезам клапана. Увеличить эффективность и точность оценки минерализации может программное обеспечение, автоматически вычисляющее целевые показатели на основе трехмерной модели исследуемого образца, реконструируемой на основе множества отсканированных слоев, полученных при последовательной тотальной криотомной сегментации аортального клапана мыши.

Ключевые слова: гистология, искусственный интеллект, медицина, лабораторный анализ, разработка программного обеспечения, оптимизация работы, новые инструменты, аортальный стеноз, автоматизированный анализ, гистологическая томография.

DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR THREE-DIMENSIONAL RECONSTRUCTION AND AUTOMATED SEMI-QUANTITATIVE ANALYSIS OF HISTOLOGICAL IMAGES

Stepanov A.D., Research Institute of Complex Problems of Cardiovascular Diseases, Shutov A.S.,

Sobolev E.A., Lyceum №84

Kutikhin A.G., MD, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases

Abstract. One of the most common heart defects is aortic stenosis, which is accompanied by calcium damage to the aortic valve. Preclinical tests actively conducted in this direction involve histochemical staining and calcification assessment of only one of the most representative sections of the mouse aortic valve, which acts as the studied model, which negatively affects the quality of the conclusions formulated due to the uneven distribution of calcium damage along the sections of the valve. Software that automatically calculates targets based on a three-dimensional model of the test sample, reconstructed on the basis of a set of scanned layers obtained during sequential total cryotomic segmentation of the mouse aortic valve, can increase the efficiency and accuracy of mineralization assessment.

Keywords: histology, artificial intelligence, medicine, laboratory analysis, software development, job optimization, new tools, aortic stenosis, automated analysis, histological tomography.

В настоящее время наиболее частым возраст-ассоциированным приобретенным пороком сердца является аортальный стеноз, который сопровождается кальциевым поражением аортального клапана и коррелирует с объемом атеросклеротического поражения сосудов [2]. Несмотря на многочисленные достижения современной биомедицинской науки, до настоящего времени не было разработано эффективных терапевтических подходов, способных обратить вспять развитие аортального стеноза или формирование атеросклеротической бляшки. Для разработки таковых технологий необходимо проведение масштабных исследований и доклинических испытаний, которые включают в себя оценку кальциевого поражения аортального клапана мыши, что подразумевает его сегментацию на множество срезов толщиной от 2 до 7 мкм с дальнейшим гистохимическим окрашиванием, микроскопической съемкой и вычислением площади липидного и кальциевого поражения одного среза, наиболее точно отражающего состояние патологического процесса (принцип репрезентативных

объектов) [1]. В связи с этим из анализа исключается большая часть исследуемой ткани, что отрицательно сказывается на качестве формулируемых выводов из-за неравномерного распределения липидного и кальциевого поражения по срезам аортального клапана. Решением данной проблемы является создание программного обеспечения, которое могло бы создать трехмерную модель исследуемого образца, реконструируемую на основе множества отсканированных слоев, полученных при последовательной и тотальной криотомной сегментации аортального клапана мыши, с целью дальнейшего автоматического полуколичественного анализа степени поражения исследуемого образца с помощью заранее подготовленного алгоритма обработки изображения. Помимо увеличения точности проводимого анализа такой подход позволит оценить не только степень кальцификации исследуемой ткани, но и локализацию очагов поражения на созданной трехмерной модели, кроме того, значительно сократив время проведения непосредственно полуколичественного анализа за счет автоматизации распознавания очагов кальциевого поражения и границ исследуемых структур.

Методы. Исходный набор данных для разработки алгоритма автоматизированного гистологического анализа был сформирован на основе широкоформатных (полнослайдовых) снимков криотомных срезов аортального клапана мыши, гистохимически окрашенных ализариновым красным для визуализации очагов кальцификации. Для создания пользовательского интерфейса был использован фреймворк Electron, совмещающий в себе возможность создания интуитивно понятного гибко настраиваемого интерфейса и поддержку работы ПО на различных операционных системах. Техническая алгоритмическая часть реализована на языке Python, широко используемом для решения подобного рода задач за счет гибкости и обширной экосистемы библиотек. Для создания API используется FastAPI [3] – современный высокопроизводительный фреймворк, обеспечивающий удобный доступ к функционалу приложения и возможность масштабирования. Python интегрируется с высокопроизводительными библиотеками семейства языков C, что минимизирует потери производительности при обработке больших объемов данных и сложных вычислениях, которые возникают при анализе и преобразовании изображений. Реализована поддержка чтения TIFF-файлов различных размеров и степени сжатия с использованием memory-mapped files (mmap) и библиотеки TiffFile [6], что минимизирует потребление оперативной памяти и позволяет избежать значительных затрат ресурсов при прямой загрузке и обработке изображений в ОЗУ. Для кроссплатформенной реализации чтения применена библиотека Zarr [7], обеспечивающая высокую производительность при работе с большими массивами данных. Предобработка изображений осуществляется с использованием библиотеки OpenCV [5], которая предлагает высокоэффективные функции для работы с изображениями. Для анализа изображений применяется связка OpenCV и NumPy [4], что позволяет эффективно обнаруживать участки высокой яркости, указывающие на кальцификацию, и подсчитывать количество пикселей, соответствующих этим участкам.

Результаты. По итогам текущего этапа разработки реализованы базовые функции анализирующей системы. Извлечение изображений производится из широкоформатного слайда в формате TIFF, содержащего всю поверхность предметного стекла с исследуемыми образцами, после чего автоматически распознаются все исследуемые образцы и в заранее прописанном порядке выстраиваются в единую трехмерную модель согласно заданной толщине среза. Анализ кальцификации проводится на основе изображений и метаданных о них путем определения массы каждого отдельного пикселя в определенном цветовом диапазоне в соответствии с используемым красящим веществом. Ключевые параметры извлекаются из ini-файлов сканирующего устройства и включают в себя отношение количества микрометров к одному пикселю изображения, что критически важно для точной полуколичественной оценки выраженности поражения исследуемого образца целевыми структурами. На данный момент разрабатываемое программное обеспечение обладает возможностью анализа кальцификации в абсолютных значениях пораженной площади (выражаемой в мм³), а также возможностью создания трехмерной модели из множества последовательных слоев.

Заключение. Данная разработка находится в пре-альфа версии, уже проведена работа над внешней оболочкой, извлечением изображений, распознаванием образцов и анализом данных, текущим же этапом является отладка отдельных модулей программного обеспечения. Это необходимо для тщательной валидации всех компонентов программы с использованием первичных исследуемых материалов и стандартных методик полуколичественного анализа изображений.

Список источников:

1. Markova, V., Bogdanov, L., Velikanova, E., Kanonykina, A. [et al] Endothelial Cell Markers Are Inferior to Vascular Smooth Muscle Cells Markers in Staining Vasa Vasorum and Are Non-Specific for Distinct Endothelial Cell Lineages in Clinical Samples. *Int J Mol Sci.* 2023 Jan 19;24(3):1959. doi: 10.3390/ijms24031959.
2. Shishkova, D., Lobov, A., Zainullina, B., Matveeva, V. [et al.] Calciprotein Particles Cause Physiologically Significant Pro-Inflammatory Response in Endothelial Cells and Systemic Circulation. *Int J Mol Sci.* 2022 Nov 29;23(23):14941. doi: 10.3390/ijms232314941.
3. Разработчик программного обеспечения: [сайт]. – URL: <https://fastapi.tiangolo.com> (дата обращения: 15.01.2025)
4. Разработчик программного обеспечения: [сайт]. – URL: <https://numpy.org> (дата обращения: 15.01.2025)
5. Разработчик программного обеспечения: [сайт]. – URL: <https://opencv.org> (дата обращения: 15.01.2025)
6. Разработчик программного обеспечения: [сайт]. – URL: <https://pypi.org/project/tiffFile> (дата обращения: 15.01.2025)
7. Разработчик программного обеспечения: [сайт]. – URL: <https://zarr.readthedocs.io/en/stable> (дата обращения: 15.01.2025)

РОЛЬ ГЕНА *PTEN* В РАЗВИТИИ ТРИЖДЫ-НЕГАТИВНОГО РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ У ЖИТЕЛЬНИЦ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Сухачева Татьяна Алексеевна

Кемеровский государственный университет

Научный руководитель: Минина Варвара Ивановна, д.б.н., доцент, Кемеровский государственный университет, Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН

tanya.yunosheva.19@mail.ru

Аннотация. Трижды-негативный рак молочной железы (ТНРМЖ) является одним из самых агрессивных видов рака, характеризуется тяжелым течением заболевания и высоким риском рецидива. Риск развития рака повышается при провоцирующих факторах и генетической предрасположенности. Были впервые исследованы распространенные варианты гена *PTEN* у здоровых и больных ТНРМЖ жительниц Кузбасса. Статистически значимых отличий выявлено не было, что требует проведения дальнейших исследований.

Ключевые слова: *rs1234213*, ген *PTEN*, трижды-негативный рак молочной железы, гамартомные опухоли, синдром Каудена.

THE ROLE OF THE *PTEN* GENE IN THE DEVELOPMENT OF TRIPLE-NEGATIVE BREAST CANCER IN KEMEROVO REGION WOMEN

Sukhacheva T.A., Kemerovo State University

Minina V. I., Grand PhD in Biological Sciences, Kemerovo State University, Federal Research Centre of Coal and Coal Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

Abstract. Triple-negative breast cancer (TNBC) is one of the most aggressive cancers, which is characterized by a severe course of the disease and a high risk of recurrence. The risk of developing cancer increases with provoking factors and a genetic predisposition. For the first time, common variants of the *PTEN* gene were studied in healthy and triple-negative breast cancer patients from Kuzbass. There were no statistically significant differences, which requires further research.

Keywords: *rs1234213*, *PTEN* gene, triple-negative breast cancer, hamartomatic tumors, Cowden's syndrome.

Трижды-негативный рак молочной железы (ТНРМЖ) характеризуется отсутствием или малым количеством рецепторов к эстрогену, эпидермальному фактору роста (HER-2) и прогестерону. Данный тип встречается в 27-39% случаев РМЖ и считается достаточно агрессивным; у пациентов малы шансы на выздоровление и ограничены варианты таргетной терапии [3]. Ertay с соавт. было показано, что ТНРМЖ проявляет частую потерю экспрессии фосфатазы и гомолога тензина гена *PTEN*, который связан с ТНРМЖ. Это указывает на высокую степень злокачественности, большой размер опухоли, метастазирование в лимфоузлы и рецидив опухоли [16]. Rieckhoff с коллегами пытались определить роль гена *PTEN* в появлении хромосомной нестабильности и ТНРМЖ [9]. Учеными показано, что при мутации в гене *PTEN* нередко обнаруживается тройной негативный фенотип. Согласно результатам исследования, пациенты с ТНРМЖ имеют низкий уровень экспрессии мРНК и *PTEN* связан с хромосомной нестабильностью. Ученые подчеркивают, что клеточные линии ТНРМЖ экспрессируют более низкие уровни белка *PTEN* по сравнению с клеточными линиями, не содержащими ТНРМЖ.

Ген *PTEN* – гомолог фосфатазы и тензина, расположен на хромосоме 10q23.3, состоит из 9 экзонов и 8 интронов и является вторым антионкогеном (после гена *TP53*), частота мутаций которого в опухолях человека высока [11]. Белок *PTEN* состоит из 403 аминокислот и представляет собой двойную фосфатазу, которая способна действовать как на серин-треонин, так и на тирозин. Белок обладает противовоспалительной активностью, участвует в работе сигнального пути PI3K/AKT-mTOR [1, 2, 11]. Белковый продукт гена значим в опухоль-супрессорной функции, в зависимости от типа клеток наблюдают апоптоз или остановку клеточного цикла в фазе G1 [5]. Благодаря липидной фосфатазе, происходит подавление роста клеток, так как фосфатаза дефосфорилирует фосфатидилинозитол-3,4,5-фосфат [12]. В научном труде «Молекулярно-генетическое исследование наследственных мутаций при заболеваниях молочной железы» Е. И. Новикова отмечает последствия при мутантном функционировании изучаемого гена: «При повреждении гена *PTEN* не происходит арест клеточного цикла и апоптоз, что приводит к неконтролируемой клеточной выживаемости» [4]. В работе Д. И. Водолажского с соавторами показана значимость между герминальной мутацией и возникновением РМЖ, риск возникновения которого равен 70-90% [2]. Полиморфные варианты, возникающие в гене, способны значительно снижать активность фосфатазы, тем самым усиливать злокачественную пролиферацию и

инвазивные способности раковых клеток, повышать подвижность клеток и подавлять апоптоз, что приводит к злокачественной трансформации. Также ген относится к высокочастотным, риск заболеть РМЖ носит пожизненный характер и равен 85% [6, 15].

В рамках изучения данного гена в связи с ТНРМЖ, было проведено обследование 297 женщин русской национальности в возрасте от 33 до 85 лет, проживающих на территории Кузбасса. В основную группу были включены 113 женщин с диагнозом ТНРМЖ, в группу сравнения – 184 женщины без данной патологии. Среди всех обследованных женщин 69 были курящими, 222 некурящими. Все участники были проинформированы о целях и методах исследования, подписали согласие на обработку персональных данных, забор биологического материала (кровь) и публикацию результатов исследования (деперсонифицированную). Анкетирование включало в себя возраст, этническую принадлежность, дату рождения и другие параметры. Материалом для исследования была цельная периферическая кровь. Выделение ДНК осуществляли методом фенол-хлороформной экстракции. Выявление полиморфных вариантов гена *PTEN* (*rs1234213*) проводили с помощью полимеразной цепной реакции в режиме реального времени. Статистическую обработку результатов проводили с помощью программного пакета «Statistica10.0». Рассчитывали частоты аллелей и генотипов и с помощью критерия хи-квадрат (χ^2) с поправкой Йетса сравнивали между собой данные исследуемых групп женщин.

Анализ частот генотипов гена *PTEN* $C>T$ (*rs1234213*) не выявил статистически значимых отличий между здоровыми и больными ТНРМЖ жительницами Кузбасса. Распределение вариантов гена *PTEN* в группе здоровых жительниц Кузбасса в сравнении с данными литературы (www.ensembl.org) также не показало статистически значимых отличий ($p=0,14$) [13]. В исследовании среди курдского населения Западного Ирана было обнаружено, что полиморфизм гена *PTEN* (*rs1234213*) повышал риск развития РМЖ в 2,71 раз [8].

Локус	Генотипы и аллели	Больные ТНРМЖ женщины Кузбасса n=113 (%)	Здоровые женщины Кузбасса, n=184 (%)	χ^2 p
<i>PTEN</i> <i>rs1234213</i> , $C>T$	ТТ	9 (10,43)	22 (10,11)	2,11 0,34
	СТ	55 (43,73)	73 (43,37)	
	СС	49 (45,83)	89 (46,52)	
	С/Т	73 (32,30)/ 153 (67,70)	117 (31,79)/ 251 (68,21)	
	p^{HWE}	0,23	0,24	

Примечание: p^{HWE} – уровень значимости при проверке на соответствие теоретически ожидаемым частотам аллелей и генотипов согласно закону Харди-Вайнберга; χ^2 – параметр с поправкой Йетса на непрерывность вариации; p – уровень значимости различия частот генотипов и аллелей между основной группой и группой сравнения с учетом поправки Йетса.

Распределение частот аллелей в гене *PTEN* не выявило значимости мутации у курящих ($p=0,15$) и некурящих женщин ($p=0,28$), что может быть связано с малым объемом выборки. В научной литературе часто описываются неблагоприятные эффекты, которые оказывает никотин на здоровье человека. Никотин способствует метастазированию РМЖ в легкие и в целом оказывает на организм негативное влияние за счет высвобождения из противораковых нейтрофилов белка STAT3-активированного липокалина 2 из-за которых происходит рост метастазов [10]. Например, в ходе исследования ассоциации гена *PTEN* с началом курения Zhang с коллегами выявили, что *PTEN* (*rs1234213*) достоверно связан с курением ($p=0,0002$), а также никотиновой зависимостью ($p=0,0278$) [7]. В статье, опубликованной Kheirollah Yari с соавторами, распространённость мутации *PTEN* у пациентов с РМЖ составляет 3,3 (95% ДИ 2,2–5), а вероятность развития равна 3,7 (95% ДИ 1,1–11,9) [14].

Таким образом, согласно литературным данным, ген *PTEN* может быть ассоциирован с возникновением ТНРМЖ. Изучение данного гена требует дополнительных исследований: увеличение объема выборки либо рассмотрение других полиморфных вариантов гена, что позволит сделать более четкий вывод о влиянии данного гена на развитие ТНРМЖ у жительниц Кузбасса.

Список источников:

1. Водолажский, Д. И. Клиническая значимость полиморфизма генов наследственной предрасположенности к раку молочной железы и яичников (обзор литературы). / Д. И. Водолажский, А. В. Маяковская, А. В. Кубышкин, К. А. Алиев, И. И. Фомочкина // *Клиническая лабораторная диагностика*. 2021. № 66(12). С. 760–767.
2. Ген *PTEN* // GeneCards. – URL: <https://www.genecards.org/cgi-bin/carddisp.pl?gene=PTEN&keywords=PTEN&genкардс> (дата обращения: 12.09.2024).
3. Клименко, В. В. Молекулярные маркеры эффективности предоперационной химиотерапии местно-распространенного рака молочной железы: автореф. дис. ...канд. мед. наук / В. В. Клименко. Санкт-Петербург, 2015. – 22 с.
4. Новикова, Е. И. Молекулярно-генетическое исследование наследственных мутаций при заболеваниях молочной железы: автореф. дис. ...канд. биол. наук / Е. И. Новикова. – Москва, 2018. – 23 с.
5. Определение неопластических изменений эндометрия – *PTEN* // Helix. – URL: <https://helix.ru/kb/item/12-132?ysclid=m0xom6d73g81321213> (дата обращения: 12.09.2024).
6. Association of *PTEN* gene polymorphisms with liver cancer risk / Hong-Guang Li, Fand-Feng Liu, Hua-Qiang Zhu [et al.] / *Int J Clin Exp Pathol*. 2015. Nov 1. V. 8 (11). P. 15198–15203.
7. Association of the phosphatase and tensin homolog gene (*PTEN*) with smoking initiation and nicotine dependence/ L. Zhang, Kenneth S Kendler, X. Chen / *Am J Med Genet Neuropsychiatr Genet*. 2006. Jan 5. V.141B (1). P. 10–40.
9. Association of the hypermethylation status of *PTEN* tumor suppressor gene with the risk of breast cancer among Kurdish population from Western Iran / Kheirollah Yari [et al.] // *Tumour Biol*. 2016. Jun. V. 37 (6). P. 8145–8152.
10. Exploiting Chromosomal Instability of *PTEN*-Deficient Triple-Negative Breast Cancer Cell Lines for the Sensitization Against PARP1 Inhibition in a Replication-Dependent Manner/ Johanna Rieckhoff [et al.] // *Cancers (Basel)*. 2020. Sep 29. V.12 (10). P. 2809
11. Nicotine promotes breast cancer metastasis by stimulating N2 neutrophils and generating pre-metastatic niche in lung / A. Tyagi [et al.] // *Nat Commun*. 2021. Jan 20. V. 12 (1). P. 474.
12. Phosphatase and tensin homologue genetic polymorphisms and their interactions with viral mutations on the risk of hepatocellular carcinoma / Yan-Du [et al.] // *Chin Med J (Engl)*. 2015. Apr 20. V.128 (8). P. 1005–1013.
13. *PTEN* Dual Lipid- and Protein-Phosphatase Function in Tumor Progression / Anne Liu [et al.] // *Cancers (Basel)*. 2022. Jul 28. V.14 (15). P. 3666.
14. Rs1234213 (SNP) // Ensembl. – URL: http://www.ensembl.org/Homo_sapiens/Variation/Population?v=rs1234213;vdb=variation (дата обращения: 12.09.2024).
15. The Association of *PTEN* Gene Mutations with the Breast Cancer Risk: A Systematic Review and Meta-analysis / Kheirollah Yari [et al.] // *Biochem Genet*. 2024. Jun. V. 62 (3). P. 1617–1635.
16. Shiovitz S, Korde L.A. Genetics of breast cancer: a topic in evolution / S. Shiovitz, L.A. Korde // *Ann Oncol*. – 2015. Jul. V. 26 (7). P. 1291–1299.
17. *WDHD1* is essential for the survival of *PTEN*-inactive triple-negative breast cancer / Ayse Ertay [et al.] // *Cell Death Dis*. 2020. Nov 21. V. 11(11). P. 1001.

ЭФФЕКТЫ КОГНИТИВНОГО ТРЕНИНГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ДВОЙНЫХ ЗАДАЧ В ПРОФИЛАКТИКЕ РАННЕЙ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОЙ КОГНИТИВНОЙ ДИСФУНКЦИИ У ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ КОРОНАРНОГО ШУНТИРОВАНИЯ

Темникова Татьяна Борисовна,

Трубникова Ольга Александровна, Тарасова Ирина Валерьевна, Кухарева Ирина Николаевна, Сырова Ирина Даниловна, Соснина Анастасия Сергеевна, Куприянова Дарья Сергеевна, Барбараш Ольга Леонидовна

Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний

Научный руководитель: Трубникова Ольга Александровна, д.м.н., Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний

t.13.ermakova@mail.ru

Аннотация. При проведении оценки эффективности компьютеризированных когнитивных тренингов (ккт) с использованием метода двойных задач в профилактике послеоперационных когнитивных нарушений у пациентов после коронарного шунтирования в условиях искусственного кровообращения, были получены данные нейропсихологического тестирования, свидетельствующие об улучшении когнитивного функционирования (по доменам кратковременной памяти и нейродинамики при постурально-когнитивном тренинге, по доменам нейродинамики и внимания при когнитивном тренинге в комбинации зрительно-моторная реакция и аналогичные когнитивные компоненты) в послеоперационном периоде в группе прошедших курс тренинга.

Ключевые слова: послеоперационная когнитивная дисфункция, коронарное шунтирование, когнитивный тренинг, двойные задачи.

EFFECTIVENESS OF DUAL-TASK COMPUTERIZED COGNITIVE TRAINING IN THE PREVENTION OF POSTOPERATIVE COGNITIVE DYSFUNCTION IN CORONARY BYPASS SURGERY

Temnikova T.B., Trubnikova O.A., Tarasova I.V., Kukhareva I.N., Syrova I.D., Sosnina A.S.,

Kupriyanova D.S. Barbarash O.L., Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases

Trubnikova O.A., MD, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases

Abstract. When assessing the effectiveness of computerized cognitive training (CCT) using the dual-task method in the prevention of postoperative cognitive impairment in patients after coronary artery bypass surgery under artificial circulation, neuropsychological testing data were obtained indicating an improvement in cognitive functioning (by domains of short-term memory and neurodynamics during postural-cognitive training, by domains of neurodynamics and attention during cognitive training in combination of visual-motor reaction and similar cognitive components) in the postoperative period in the group who completed the training course.

Keywords: postoperative cognitive dysfunction, coronary artery bypass grafting, cognitive training, dual tasks.

Коронарное шунтирование (КШ) – ведущий метод хирургического лечения ишемической болезни сердца (ИБС), который в большинстве случаев выполняется с использованием искусственного кровообращения (ИК). Среди прочих осложнений КШ в условиях ИК наибольшая частота наблюдается в развитии послеоперационной когнитивной дисфункции (ПОКД) – от 30 до 80% на протяжении многих лет. Развитие ПОКД снижает эффективность реабилитационных мероприятий, приверженность к лечению и как следствие – снижает эффективность самого хирургического вмешательства, приводит к ухудшению качества жизни и прогноза пациентов. Одним из перспективных подходов когнитивной реабилитации после кардиохирургических вмешательств является применение компьютеризированного когнитивного тренинга (ККТ). Применение метода двойных задач в когнитивном тренинге (КТ) рассматривается как многообещающий подход с позиции высокого восстановительного потенциала.

Цель данной работы оценить эффективность послеоперационного когнитивного тренинга с использованием различных комбинаций двойных задач у пациентов со стабильной формой ишемической болезни сердца, перенесших КШ, в снижении частоты развития и степени выраженности ранней ПОКД.

Материал и методы. Первоначально в исследование было отобрано 230 пациентов со стабильной ИБС, медиана возраста 62 года [58; 66], поступившие на плановое КШ с использованием ИК. Всем пациентам было проведено, помимо стандартного предоперационного обследования, расширенное нейропсихологическое тестирование, нейрофизиологическое исследование, а также исследование показателей нейроваскулярной единицы (НВЕ): нейронспецифическая енолаза (NSE) и белок S100 β , нейротрофический фактор мозга (BDNF). На 2-3 сутки после КШ методом конвертов выполнена рандомизация, проведено два независимых рандомизированных исследования, в которых были применены ККТ с различными комбинациями компонентов двойной задачи. Исследование №1: когнитивный тренинг с использованием комбинации постурального и когнитивных компонентов (КТ1). В конечный анализ результатов исследования вошли данные 99 пациентов: с КТ1 – 47 и без КТ – 52 человека. Исследование № 2: когнитивный тренинг с использованием комбинации зрительно-моторного и когнитивных компонентов (КТ2). В конечный анализ результатов исследования вошли данные 81 пациента: из группы с КТ2 – 43 и из группы без КТ2 – 38 человек. Все тренинги разработаны сотрудниками Научно-исследовательского института комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний (НИИ КПССЗ, г. Кемерово), проводились в раннем послеоперационном периоде, начиная с 3-4х суток, ежедневно, в первой половине дня, средний курс составлял 5-7 тренировок (состоящий из 10-20 – минутных сессий).

Результаты. Установлено, что проведение в раннем послеоперационном периоде КШ курса когнитивного тренинга с комбинацией постурального и когнитивных компонентов позволяет снизить частоту развития ранней ПОКД на 19 % ($p=0,028$), что сопровождается улучшением интегральных показателей нейродинамики ($p=0,019$) и кратковременной памяти ($p=0,046$), меньшей концентрацией в крови маркера повреждения головного мозга белка S100 β ($p=0,034$) и большей – нейротрофического фактора мозга ($p=0,031$). Установлено, что у пациентов при успешном прохождении (отсутствие ПОКД) КТ1, к концу госпитального периода наблюдались более высокие (на 34,1 %) дооперационные показатели альфа-2 активности по данным ЭЭГ по сравнению с группой без КТ, а также - снижение тета1-активности ($p=0,04$). Также установлено, что проведение в раннем послеоперационном периоде КШ курса когнитивного тренинга с комбинацией зрительно-моторного и когнитивных компонентов снижает частоту ранней ПОКД на 6%, что сопровождается улучшением интегральных показателей нейродинамики ($p=0,05$) и внимания ($p=0,042$), а также меньшей концентрацией маркера повреждения головного мозга белка S100 β ($p=0,027$) в периферической крови на 11-12-е сутки после операции.

Выводы. Полученные данные свидетельствуют о том, что проведение короткого курса ККТ с использованием метода двойных задач в раннем послеоперационном периоде КШ снижает выраженность ранней ПОКД. При этом КТ с постуральными и когнитивными компонентами более эффективны в отношении оптимизации исполнительных функций и кратковременной памяти, которые сопровождаются ответом НВЕ и снижением выраженности корковой дисфункции, тогда как КТ2 более эффективны в отношении оптимизации исполнительных функций и внимания. Включение данных вариантов тренингов в раннем послеоперационном периоде КШ в комплекс реабилитационных мероприятий у данной когорты пациентов может способствовать улучшению качества жизни пациентов, а также их прогноза.

Список источников:

1. *Возможности когнитивной реабилитации с использованием метода двойных задач у пациентов в раннем послеоперационном периоде коронарного шунтирования* / и. Д. Сырова, и. В. Тарасова, о. А. Трубникова [и др.] // *cardiosomatika*. – 2021. – т. 12, № 4. – с. 200–205.
2. *Комплексная оценка когнитивного статуса и основных его доменов у пациентов с ишемической болезнью сердца: свидетельство о гос. Регистрации программы для эвм* / к. Е. Глинчиков, е. С. Каган, т. В. Куприянова, о. А. Трубникова, о. Л. Барбараи; заявители и патентообладатели фгбоу во «кему» Минобрнауки россии и ниш кпссз. – № 2017617368; заявл. 10.05.2017.
3. *Сердечно-сосудистая хирургия - 2021. Болезни и врожденные аномалии системы кровообращения* / л. А. Бокерия, е. Б. Милиевская, в. В. Прянишников [и др.]. – м.: национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии имени а.н. бакулева, 2022. – 322с.
4. *Эффективность компьютеризированных когнитивных тренингов методом двойных задач в профилактике послеоперационных когнитивных дисфункций при коронарном шунтировании* / о.а. трубникова, и.в. тарасова, и.н. кухарева, т.б., темникова, а.с. соснина, и.д. сырова, д.с. куприянова, о.л. барбараи // *кардиоваскулярная терапия и профилактика*. – 2022. – т. 21, № 8. – с. 40–47.
5. *A multitask approach to prevention of the cognitive decline after coronary artery bypass grafting: a prospective randomized controlled study* / i. D. Syrova, i. V. Tarasova, o. A. Trubnikova [et al.] // *j. Xiangya medicine*. 2023. – vol. 8: 2.
6. *Bdnf mediates improvement in cognitive performance after computerized cognitive training in healthy older adults* / c. M. Nicastri, b. M. Mcfeeley, s. S. Simon [et al.] // *alzheimers dement. (n y)*. – 2022. – vol. 8 (1): e12337
7. *Effect of computerised cognitive training on cognitive outcomes in mild cognitive impairment: a systematic review and meta-analysis* / h. Zhang, j. Huntley, r. Bhome [et al.] // *bmj open*. – 2019. – vol. 9 (8): e027062.
8. *Electrical activity changes and neurovascular unit markers in the brains of patients after cardiac surgery: effects of multi-task cognitive training* / i. Tarasova, i. Kukhareva, d. Kupriyanova, t. Temnikova, e. Gorbatovskaya, o. Trubnikova // *biomedicines*. – 2024. – v.12, 4:756.
9. *Yuan, s. M. Postoperative cognitive dysfunction after coronary artery bypass grafting* / s. M. Yuan, h. Lin // *braz. J. Cardiovasc. Surg.* – 2019. – vol. 34 (1). – p. 76–84.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ENDOBOOST PLUS В НАРАЩИВАНИИ КЛЕТОЧНОЙ МАССЫ КОЛОНИЕФОРМИРУЮЩИХ КЛЕТОК

Торгунакова Евгения Александровна,

Матвеева Вера Геннадьевна, Шишкова Дарья Кирилловна, Кутихин Антон Геннадьевич

Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний

Научный руководитель: Матвеева Вера Геннадьевна, к.м.н.

evgeniyatorgunakova@mail.ru

Аннотация. Эндотелиальные колониеформирующие клетки (ECFC) обладают мощным клоногенным и ангиогенным потенциалом, способностью восстанавливать поврежденный эндотелий в сосудах и формировать кровеносные сосуды de novo, благодаря чему они широко используются в регенеративной медицине и тканевой инженерии. При этом наращивание клеточной массы ECFC занимает продолжительное время, что является актуальной проблемой. Сравнение эффективности питательных сред, как ключевого звена культивирования, показало, что предпочтительной средой является EndoBoost Plus.

Ключевые слова: Питательные среды, эндотелиальные колониеформирующие клетки, ангиогенез.

ENDOBOOST PLUS EFFECTIVITY IN INCREASING THE CELL MASS OF COLONY-FORMING CELLS

Torgunakova E.A., Matveeva V.G., Shishkova D.K., Kutikhin A.G., Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases

Matveeva V.G., Ph.D of Medical Sciences, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases

Abstract. Endothelial colony-forming cells (ECFC) have a powerful clonogenic and angiogenic potential, the ability to repair damaged endothelium in blood vessels and form de novo blood vessels, thus they are widely used in regenerative medicine and tissue engineering. At the same time, ECFC cell mass expansion takes a long time, which is an urgent problem. Comparison of the efficiency of nutrient media as a key part of cultivation showed that the preferred medium is EndoBoost Plus.

Key words: Nutrient media, endothelial colony-forming cells, angiogenesis.

Эндотелиальные колониеформирующие клетки (Endothelial colony-forming cells, ECFC) завоевали значимое место в регенеративной медицине и тканевой инженерии. ECFC обладают эндотелиальным фенотипом. Они не экспрессируют гемопоэтические маркеры, демонстрируют высокий клоногенный потенциал и способны формировать тубулярные структуры in vitro. Колониеформирующие клетки восстанавливают эндотелий в местах его повреждения [2]. Данная особенность применяется в тканевой инженерии при заселении сосудистых протезов перед имплантацией. Также ECFC способны формировать кровеносные сосуды de novo, что используется в стратегии терапевтического ангиогенеза [1]. Свойства ECFC позволяют использовать их в качестве модели резидентных эндотелиальных клеток, получение которых осложняется необходимостью хирургического вмешательства.

Одним из вариантов получения ECFC является метод выделения из периферической венозной крови пациента. Однако в зависимости от источника, условий выделения и донора успешность процедуры не превышает 25% [3]. Выделение и наращивание клеточной массы колониеформирующих эндотелиальных клеток целиком и полностью зависит от подобранных условий культивирования. **Целью** нашей работы стал подбор эффективной питательной среды, которая способствовала бы устойчивой пролиферативной активности клеток, высокому значению клеточного индекса, а также сохранению мощного ангиогенного потенциала.

Питательная среда играет ключевую роль в культивировании клеточной культуры. Состав питательных сред для эндотелиальных клеток направлен на сохранение их уникального фенотипа, поддержку ангиогенеза и метаболической активности. Для этого в состав входят основные факторы роста (VEGF, FGF и др.). Эндотелиальные клетки нуждаются в добавках, имитирующих состав клеток крови, например, трансферрин, осуществляющий транспорт ионов железа. Добавленные глюкоза, аминокислоты, липиды и антиоксиданты необходимы для роста и поддержания пролиферативной активности клеток. Для процессов, связанных с ангиогенезом или миграцией клеток, включаются дополнительные компоненты, такие как EGF или ангиопоэтины.

В нашем исследовании мы использовали классическую среду для выделения и культивирования ECFC - Endothelial Cell Growth Medium2 (EGM2) в качестве контроля, а также разрабатываемые в нашем Научно-исследовательском институте комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний (НИИ КПССЗ, г. Кемерово) питательные среды EndoBoost и EndoBoost Plus, которые поддерживают нормальный и, соответственно, ускоренный пролиферативный потенциал эндотелиальных клеток. Для оценки эффективности и формирования рекомендаций по использованию сред для наращивания ECFC, требуется сравнение стандартного подхода с использованием полной питательной среды EGM2 и разработанных нами EndoBoost и EndoBoost Plus.

Материалы и методы.

Исследование ангиогенной активности клеток in vitro

Лунки 24-луночного планшета (N-702002, Nest, Китай) покрывали 300 мкл Standard Star Matrigel (0827045, ABW (Mogeng Bio), Китай) и оставляли на 30 мин при комнатной температуре для полимеризации в стерильных условиях. С целью создания стандартных условий для культивирования ECFC была выбрана среда EGM2, рекомендованная большинством международных протоколов. В каждую лунку с Matrigel вносили по 1×10^5 клеток, ресуспендированных в полных питательных средах EGM2, EndoBoost и EndoBoost Plus. Образование капилляроподобных структур наблюдали через 16 и 20 часов методом фазово-контрастной микроскопии на инвертированном микроскопе AxioObserver.Z1 (Carl Zeiss, Германия)

Оценка пролиферативной активности на различных средах

Предварительную оценку скорости пролиферации выполняли путем подсчета количества посаженных и снятых с флаконов клеток. Подсчет выполняли с помощью счетчика Luna II (Logos biosystems, Корея).

Точная количественная характеристика пролиферативной активности выполнена на анализаторе в режиме реального времени (RTCA) (Real-Time Cell Analysis) xCELLigence RTCA DP (ACEA Biosciences, США). Предварительно, в целях адаптации и стабилизации скорости пролиферации, ECFC четвертого пассажа культивировали в EGM2 до достижения 80% конfluence, расселяли на три флакона и культивировали еще 14 суток в различных полных питательных средах EGM2, EndoBoost и EndoBoost Plus. Далее клетки из флаконов переносили отдельно в микролунки E-Plate 16 (ACEA Biosciences, США) в количестве 4 000 клеток на лунку, в 3-4 повторах на каждую среду. Конечный объем всех микролунок составлял 200 мкл. Мониторинг роста клеток в режиме реального времени проводили в CO₂ инкубаторе при температуре 37°C и 5% CO₂. Регистрацию импеданса выполняли в три этапа: каждые 15 сек – первые 30 мин после внесения клеток; каждые 15 мин в течение часа; каждые 30 мин в течение 72 часов. Лунки с культуральной средой без добавления клеток использовали как базовое значение сопротивления культуральной среды. После этого на RTCA xCELLigence оценивали жизнеспособность и пролиферативную активность клеток по изменению клеточного индекса (КИ) и наклон кривой (slope 1/h). Показатели вычислялись программой прибора автоматически. Данные представлены в виде средней и стандартного отклонения (M±SD)

Статистическая обработка

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием пакета прикладных программ GraphPad Prism 8. Характер распределения в выборках оценивали при помощи критерия Колмогорова-Смирнова. Показатели имеют распределение отличное от нормального и представлены в виде медианы и квартилей (Me (25%; 75%)). Статистическую значимость различий между двумя независимыми группами в зависимости от характера распределения оценивали с помощью U-критерия Манна-Уитни. Достоверными считали различия при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты. Выполнен функциональный тест на Matrigel. Через 18 часов после заселения на Matrigel клетки формировали полноценные капилляроподобные структуры, что подтверждает их ангиогенный потенциал (*рис. 1*). График демонстрирует увеличение количества мастер-сегментов тубулярных структур в EndoBoost и EndoBoost Plus по сравнению с классической средой EGM2. Данные показатели свидетельствуют об их высокой эффективности в поддержке ангиогенеза эндотелиальных клеток.

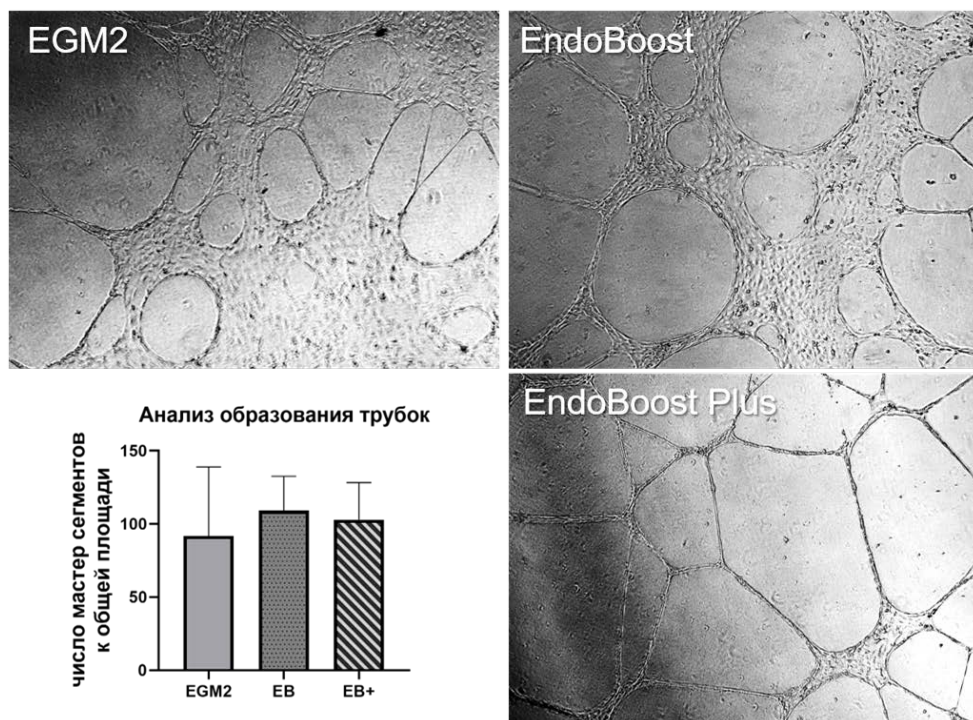


рис.1. Формирование капилляроподобных структур на Matrigengel (фазово-контрастная микроскопия, шкала 500 мкм).

xCELLigence в реальном времени

Для изучения влияния сред на пролиферативную активность ECFC проведено исследование на приборе xCelligence. Метод непрерывного мониторинга жизнедеятельности клеток за счет измерения их электрического сопротивления является одним из наиболее точных и воспроизводимых. После предварительной преинкубации ECFC на различных средах (EGM2, EndoBoost, EndoBoost Plus) в течение 14 суток, клетки пересевали на лунки планшета в соответствующую среду и наблюдали за ростом популяции на приборе xCELLigence в реальном времени. Кривые роста (рис.2а) демонстрируют адаптационное плато в диапазоне от 18 до 40 часов инкубации, после чего отмечается быстрое увеличение клеточного индекса (КИ) в среде EndoBoost Plus, более пологая кривая на EndoBoost Plus, и некоторое снижение КИ на EGM2.

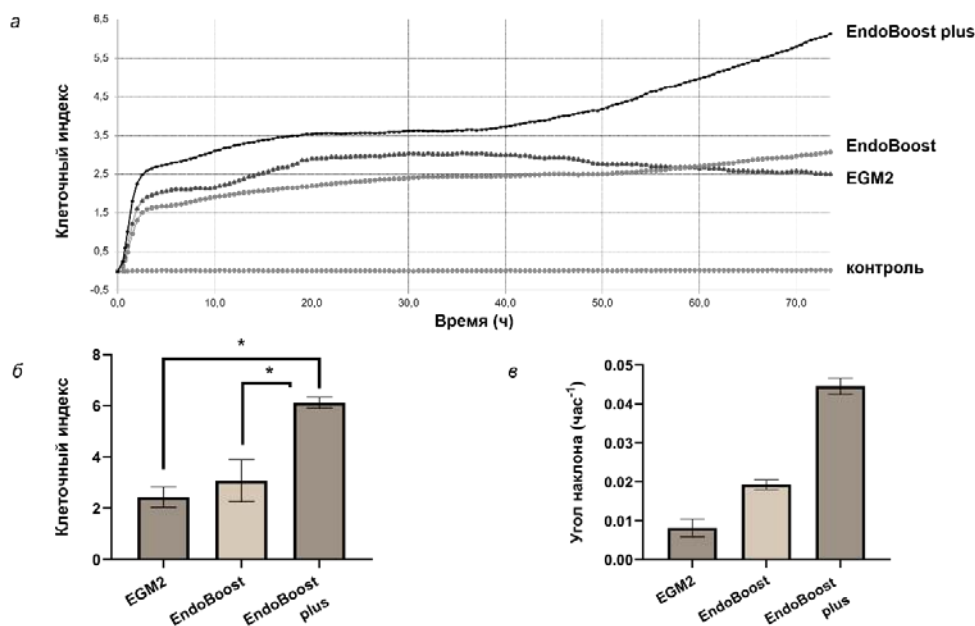


рис.2: а. Кривая роста культуры ECFC в течение 72 часов, б. Клеточный индекс, в. угол наклона кривой к 72 часу

На рисунке 2б (рис.2б) представлены значения КИ в конечной точке культивирования (72 часа). Максимальный КИ зарегистрирован для клеток в среде EndoBoost Plus, при этом он значительно превышал показатели в EGM2 и EndoBoost. Полная питательная среда EGM2 продемонстрировала самые низкие результаты из всех вариантов сред. Аналогичная зависимость отмечается на графике угла наклона (slope) (рис.2в), в которой максимальные показатели также соответствуют среде EndoBoost Plus, а минимальные EGM2.

Заключение. Максимальная пролиферативная активность ECFC зарегистрирована в среде EndoBoost Plus, менее активной признана EndoBoost и самый низкий результат соответствовал EGM2. Таким образом, предпочтительной средой для наращивания клеточной массы ECFC, выделенных из периферической крови взрослого человека, является EndoBoost Plus.

Источник финансирования: ФНИ № 0419-2022-0001 «Молекулярные, клеточные и биомеханические механизмы патогенеза сердечно-сосудистых заболеваний в разработке новых методов лечения заболеваний сердечно-сосудистой системы на основе персонифицированной фармакотерапии, внедрения малоинвазивных медицинских изделий, биоматериалов и тканеинженерных имплантатов».

Список источников:

1. Faris, P., Negri, S., Perna, A., Rosti, V., Guerra, G., & Moccia, F. (2020). Therapeutic Potential of Endothelial Colony-Forming Cells in Ischemic Disease: Strategies to Improve their Regenerative Efficacy. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(19), 7406. <https://doi.org/10.3390/ijms21197406>
2. Medina RJ, Barber CL, Sabatier F, Dignat-George F, Melero-Martin JM, Khosrotehrani K, Ohneda O, Randi AM, Chan JKY, Yamaguchi T, Van Hinsbergh VWM, Yoder MC, Stitt AW. 2017. Endothelial Progenitors: A Consensus Statement on Nomenclature. *Stem Cells Transl Med*. 6(5):1316-1320. <https://doi.org/10.1002/sctm.16-0360>
3. Shishkova D.K., Frolov A.V., Markova V.E., Markova Yu.O., Lazebnaya A.I., Kutikhin A.G. Improving Methodology Of Endothelial Cell Research: Synopsis And Prospects. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2024;13(3):118-129. (In Russ.) <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2024-13-3-118-129>

АССОЦИАЦИЯ ПОЛИМОРФИЗМОВ ГЕНА *IL-10* С АУТОИММУННЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Турушева Анастасия Николаевна

Кемеровский государственный университет

Научный руководитель: Маниковская Наталья Сергеевна, к.б.н., доцент

turusheva.anastasija@yandex.ru

Аннотация. Рассматривается ассоциация полиморфных вариантов гена *IL-10* с аутоиммунными заболеваниями щитовидной железы, такими как аутоиммунный тиреоидит и Болезнь Грейвса. В настоящее время заболевания щитовидной железы являются достаточно частой патологией, на распространенность влияют генетические и гормональные факторы, факторы внешней среды, а также дисбаланс цитокинов.

Ключевые слова: *rs1800871*, *rs1800872*, *rs1800896*, *IL-10*, аутоиммунные заболевания щитовидной железы, Болезнь Грейвса, диффузно-токсический зоб, тиреоидит Хашимото, аутоиммунный тиреоидит.

ASSOCIATION OF *IL-10* GENE POLYMORPHISMS WITH AUTOIMMUNE THYROID DISEASES (LITERATURE REVIEW)

Turusheva A.N., Kemerovo State University

Manikovskaya N.S. PhD in biology, Kemerovo State University

Abstract. Discusses the association of polymorphic variants of the *IL-10* gene with autoimmune thyroid diseases such as autoimmune thyroiditis and Graves' disease. Currently, thyroid diseases are a fairly common pathology, the prevalence is influenced by genetic and hormonal factors, environmental factors, as well as cytokine imbalance.

Keywords: *rs1800871*, *rs1800872*, *rs1800896*, *IL-10*, autoimmune thyroid diseases, Graves' disease, diffuse toxic goiter, Hashimoto's thyroiditis, autoimmune thyroiditis.

Аутоиммунные заболевания щитовидной железы (АИЗ ЩЖ) относятся к многофакторным патологическим процессам [1] и являются относительно частой патологией. В основе их патогенеза лежат нарушения регуляции иммунной системы, что приводит к иммунной атаке на ЩЖ. Основными нозологическими формами АИЗ ЩЖ являются: аутоиммунный тиреоидит (АИТ, тиреоидит Хашимото) и диффузный токсический зоб (ДТЗ, болезнь Грейвса) [2]. Болезнь Грейвса (БГ) – это системное АИЗ, развивающееся вследствие выработки антител к рецептору тиреотропного гормона, клинически проявляющееся поражением ЩЖ [3]. Данному заболеванию могут быть подвержены люди любого возраста, но наиболее высокий риск развития у женщин в возрастной группе 40 – 60 лет [4].

На распространенность АИЗ ЩЖ влияют генетические и гормональные факторы, а также факторы внешней среды (стрессы, экологические факторы, вредные привычки) [1]. Также в настоящее время многие ученые высказывают мнение о том, что в формировании и в последующем течении аутоиммунной патологии ЩЖ большое значение принадлежит цитокинам и их рецепторам. Одним из противовоспалительных цитокинов является интерлейкин-10 [5]. Ген *IL-10* расположен на хромосоме *1q31-q32* [6] и считается мощным противовоспалительным фактором межклеточных взаимодействий, даже в минимальных концентрациях способствует эффективной регуляции клеточного гомеостаза [7]. Наиболее изученными в настоящее время являются три полиморфных варианта расположенные в промоторной области: *rs1800871*, *rs1800872* и *rs1800896*.

В работе Шевченко А.В. с соавторами (2010) был произведен анализ полиморфизма SNP промоторных регионов гена *IL-10* и было выявлено достоверное сцепление внутри полиморфных локусов гена *IL-10* (-1082, -592) у европеоидов Западной Сибири [8]. В. В. Здором были изучены статистически достоверные выборки клинических проб пациентов с аутоиммунным гипотиреозом разной степени тяжести. Так, сывороточный уровень *IL-10* при АИТ в начале исследования был повышен в 3 раза по сравнению с показателями группы контроля. При этом показатели *IL-10* достоверно снижались в динамике, на фоне терапии тиреоидными гормонами в течение 6 месяцев [9]. Также сывороточный уровень гена *IL-10* был исследован в г. Семей в 2020 г. [10]. Повышенные значения сывороточного *IL-10* были выявлены у 18 исследуемых (17,04%), из них 5 мужчин и 13 женщин

При изучении исследований, проведенных учеными разных стран, были обнаружены неоднозначные данные, касающиеся связи полиморфных вариантов гена *IL-10* с АИЗ ЩЖ. Например, в исследовании из

Великобритании (2004 год), в котором был проведен анализ полиморфных вариантов *rs1800871* и *rs1800872* гена *IL-10*, не было получено существенных различий в частотах аллелей и генотипов между пациентами с БГ и контрольной группой [11]. Данные полиморфные варианты позже были изучены учеными из Тайваня [12]. В их исследовании по *rs1800872* значимых различий в частотах аллелей и генотипов также не наблюдалось, а по *rs1800871* были выявлены статистически значимые различия по частотам встречаемости аллелей между пациентами с БГ и контрольной группой. Исследование, проведенное в Иране в 2010 г., показало, что полиморфизмы *rs1800896* и *rs1800872* не имели значимой ассоциации с БГ, но была обнаружена положительная ассоциация для генотипа *-819TT* (ОШ=5,00; $p<0,05$) [13]. В 2011 г. был осуществлен поиск ассоциаций полиморфных вариантов гена *IL-10* в двух когортах Китайской популяции. В результате исследования было выявлено, что в когорте из города Шанхай и острова Сямнь частота аллеля *G* полиморфного варианта *rs1800896* была значимо выше в группе с БГ, чем в контрольной группе: когорта из города Шанхай [ОШ=1,72 (95% ДИ: 1,28-2,31), $p=2,6\times10^{-4}$], когорта из острова Сямнь [ОШ=1,88 (95% ДИ: 1,19-2,90), $p=0,0057$]. Статистических различий в распределении частот генотипов и аллелей для *rs1800872* обнаружено не было.

Таким образом данные, полученные при изучении исследований, имеют довольно неоднозначный результат и дают хорошие основания для дальнейшего изучения полиморфных вариантов гена *IL-10* как в Кемеровской области – Кузбассе, так и по всему миру.

Список источников:

1. Рымар, О. Д. Роль генетических факторов в этиологии аутоиммунных заболеваний щитовидной железы / О. Д. Рымар, А. К. Микитинская, В. Н. Максимов [и др.] // Сибирский медицинский журнал. – 2011. – Т. 26, № 4, Вып. 2, С. 35–40.
2. Генделека, Г. Ф. Атипичные формы течения аутоиммунных заболеваний щитовидной железы как проявление аутоиммунного заболевания перекреста (overlap-синдрома) / Г. Ф. Генделека // Международный эндокринологический журнал. – 2014. – № 3 (59), С. 103 – 107.
3. Ванушко, В. Э. Болезнь Грейвса (клиническая лекция) / В. Э. Ванушко, В. В. Фадеев // Эндокринная хирургия. – 2013. – № 1. С. 23 – 33.
4. Bartalena, L. Diagnosis and management of Graves disease: a global overview / L. Bartalena // Nature Reviews Endocrinology. – 2013. – Vol. 9. – P. 724–734.
5. Серебренникова, С. Н. Интерлейкин-1, интерлейкин-10 в регуляции воспалительного процесса / С. Н. Серебренникова, И. Ж. Семинский, Н. В. Семенов [и др.] // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2012. – Т. 115. – № 8. – С. 5–7.
6. Cunha, L. L. Interleukin-10 but not interleukin-18 may be associated with the immune response against well-differentiated thyroid cancer / L.L. Cunha, A.J. Tincani, L.V.M. Assumpção [et al.] // Clinics. – 2011. - Vol. 66, No. 7. - P. 1203-1208.
7. Емельянова, А. Н. Полиморфизм промоторных регионов гена *IL-10* (*C819T*, *G1082A*) и их влияние на содержание интерлейкина 10 и показатель лимфоцитарно – тромбоцитарной адгезии при группе А (*H3N2*) / А.Н. Емельянова, А.С. Емельянов, Г. А Чупрова [и др.] // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова. Серия: Медицинские науки. – 2022. – № 4 (29). – С. 27-35.
8. Шевченко, А. В. Особенности полиморфизма промоторных регионов генов цитокинов *IL1*, *IL4*, *IL5*, *IL6*, *IL10*, *TNFα* у европеоидного населения Западной Сибири / А. В. Шевченко, О. В. Голованова, В. И. Коненков // Иммунология. – 2010. – Т. 31. № 4. – С.176–181.
9. Здор, В.В. Взаимосвязь гормональной и цитокиновой регуляции при аутоиммунном тиреоидите / В. В. Здор // Клиническая и экспериментальная тиреоидология. – 2017. – Т. 13. – № 2. – С. 45–56.
10. Еспенбетова, М. Ж. Выявление интерлейкина-10 и фактора некроза опухоли А при аутоиммунном тиреоидите / М. Ж. Еспенбетова, В. Т. Ахметова, Ж. М. Жуманбаева [и др.] // Медицинский журнал Астана. – 2020. – № 3(105). – С. 194–200.
11. Tait, K. F. Polymorphisms of Interleukin 4 Receptor Gene and Interleukin 10 Gene are not Associated with Graves' Disease in the UK / K. F. Tait, R. Nithiyananthan, J. M. Heward [et al.] // Autoimmunity. – 2004. – Vol. 37. – № 3. – P. 189–194.
12. Shiau, M-Y. Cytokine promoter polymorphisms in Taiwanese patients with Graves' disease / M-Y. Shiau, C-N. Huang, T-P. Yang [et al.] // Clinical Biochemistry. – 2007. – Vol. 40. – P. 213–217.
13. Khalilzadeh, O. Genetic susceptibility to Graves' ophthalmopathy: the role of polymorphisms in anti - inflammatory cytokine genesis / O. Khalilzadeh, M. Anvari, A. Esteghamati [et al.] // Ophthalmic Genetics. - 2010. - Vol. 31, No. 4. - P. 215 - 220.
14. Liu, N. An association of interleukin-10 gene polymorphisms with Graves' disease in two Chinese populations / N. Liu, H. Lu, F. Tao [et al.] // Endocrine. - 2011. - Vol. 40, No. 1. - P. 90-94.

ДОКЛИНИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ЦИТРАТА МАГНИЯ В ОТНОШЕНИИ ПРОФИЛАКТИКИ АТЕРОСКЛЕРОЗА И ЛИПИДНОГО ПОРАЖЕНИЯ АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА У АРОЕ^{-/-} МЫШЕЙ

Тюрина Арина Евгеньевна,

Шишкова Дарья Кирилловна, Кутихин Антон Геннадьевич, Кондратьев Егор Андреевич,

Каноныкина Анастасия Юрьевна

Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний

Научный руководитель: Кутихин Антон Геннадьевич, д.м.н., Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний

arishenka.tyurina@mail.ru

Аннотация. В доклинических исследованиях оценивалась эффективность перорального приёма цитрата магния для коррекции минерального баланса и профилактики атеросклероза у АроЕ^{-/-} мышей. Пероральный приём цитрата магния в возрасте 6 месяцев в течение полугода показал значительный антиатерогенный эффект, включая снижение площади липидного поражения аорты и створок аортального клапана, что подчёркивает потенциальные перспективы применения цитрата магния в кардиологии для предотвращения атеросклероза и нарушений минерального гомеостаза.

Ключевые слова: кальцинирующий аортальный стеноз, атеросклероз, кальцификация аортального клапана, животная модель, моделирование in vivo, доклинические испытания, нарушение минерального гомеостаза.

PRECLINICAL TESTING OF MAGNESIUM CITRATE FOR THE PREVENTION OF ATHEROSCLEROSIS AND LIPID DAMAGE OF THE AORTIC VALVE IN APOE^{-/-} KNOCKOUT MICE

Tyurina A.E., Shishkova D.K., Kutikhin A.G., Kondratev E.A., Kanonykina A.Yu., Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases

Kutikhin A.G., MD, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases

Abstract. Preclinical tests have evaluated the effectiveness of magnesium citrate for correcting mineral balance and preventing atherosclerosis in ApoE^{-/-} mice. Oral administration of magnesium citrate at the age of 6 months for six months showed a significant antiatherogenic effect, including a decrease in the area of lipid damage to the aorta and aortic valve flaps, which highlights the potential prospects for the use of magnesium citrate in cardiology to prevent atherosclerosis and disorders of mineral homeostasis

Keywords: calcifying aortic stenosis, atherosclerosis, calcification of the aortic valve, animal model, in vivo modeling, preclinical tests, violation of mineral homeostasis.

Магний играет ключевую роль в поддержании сердечно-сосудистой системы, включая нормализацию артериального давления, снижение воспалительных процессов и улучшение функции эндотелия [1]. Цитрат магния обладает антиоксидантными и противовоспалительными свойствами, что помогает уменьшить воспаление и окислительный стресс, а также его недостаток связан с повышенным риском сердечно-сосудистых заболеваний. Кроме того, магний является кофактором для многих ферментов, участвующих в метаболизме липидов. Например, он влияет на активность ацетил-КоА карбоксилазы, фермента, который играет ключевую роль в синтезе жирных кислот. Улучшая функцию эндотелия, магний также способствует регулированию сосудистого тонуса и уменьшению жёсткости артерий [3]. Исследование цитрата магния на модели АроЕ^{-/-} мышей является важным шагом к пониманию механизмов атеросклероза и разработке новых методов его лечения и профилактики, что актуально в свете глобальной проблемы сердечно-сосудистых заболеваний.

Цель: оценить эффективность перорального приема цитрата магния на динамику формирования липидных поражений аорты и аортального клапана, а также кальцификации аортального клапана у АроЕ^{-/-} мышей в возрасте от 6 до 12 месяцев.

Материалы и методы. В исследование было включено 60 АроЕ^{-/-} мышей, разделенных на контрольную и экспериментальную группы (по 30 мышей в каждой группе, 15 самцов и 15 самок в каждой группе). Мыши в

возрасте 6 месяцев (что соответствует ≈ 35 -44 годам у человека) на протяжении 6 месяцев, до достижения возраста 12 месяцев (что соответствует ≈ 60 -74 годам у человека), получали растворенный в питьевой воде цитрат магния с дозировкой 3,69 мг/л. Расчёт дозы цитрата магния был основан на предельной дозировке магния как критичного для передозировки действующего вещества. Принцип расчёта дозы магния (animal equivalent dose) был основан на рекомендациях FDA [2]. По завершении эксперимента мыши были выведены из эксперимента с последующим иссечением аорты и сегментом левого желудочка, содержащего аортальный клапан (АК). Сосуд полностью зачищали от периваскулярной и эпикардальной жировой ткани. Для выявления липидного поражения аорты использовали окрашивание Oil Red O: аорту обезжизняли в 85% изопропанол, окрашивали в 1% растворе Oil Red O в течение ночи, отмывали в изопропанол и фосфатно-солевом буфере (ФСБ). Образцы снимали на стереомикроскопе по принципу *en face*. Иссеченный АК замораживали в криогеле Tissue-Tek при -195°C и хранили при -80°C до подготовки гистологических срезов на криотоме толщиной 6 мкм. Для оценки кальциевого поражения створок АК использовали Alizarin Red S: образцы фиксировали в 95% этаноле, окрашивали и заключали в водный раствор глицерина (соотношение глицерина и ФСБ – 1:1). Оценку площади липидного поражения проводил после окрашивания Oil Red O и гематоксилином Гарриса. Образцы окрашивали в 1% Oil Red O и отмывали в 60% изопропанол, после чего дополнительно подкрашивали ядра гематоксилином и заключали в водный раствор глицерина. Визуализацию результатов осуществляли путём световой и флюоресцентной микроскопии одних и тех же полей зрения с использованием светофильтра (Fs-09). Полуколичественный анализ проводили в программе ImageJ, статистический анализ – в GraphPad Prism 8. Данные представлены в виде медианы и межквартильных интервалов. Сравнения между группами проводили при помощи критерия Краскела-Уоллиса с поправкой Данна, $p < 0,05$ считались значимыми.

Результаты. Шестимесячный курс перорального приёма цитрата магния продемонстрировал снижение площади липидного поражения аорты у самцов $\text{ApoE}^{-/-}$ мышей почти в 1,5 раза (медиана составила 22,88%) по сравнению с контрольной группой (31,64%, $p=0,006$). Однако аналогичный эффект не наблюдался у самок, где медиана площади поражения составила 13,57% в экспериментальной и 16,24% в контрольной группе, статистической значимости не наблюдалось ($p=0,62$). Кроме того, у самцов также было зафиксировано уменьшение площади липидного поражения створок АК, где в экспериментальной группе медиана составила 7,98%, а в контрольной – 16,72% ($p=0,010$). У самок данный параметр существенно не изменился (медианы составили 10,48% в экспериментальной и 10,09% в контрольной группе, $p=0,800$). Полуколичественный анализ площади кальциевого поражения створок АК не выявил значительных изменений: статистически достоверных различий между экспериментальной (медиана составила 4,88%) и контрольной (медиана составила 3,37%) группами обнаружено не было ($p=0,94$).

Заключение. Результаты исследования подтвердили потенциал цитрата магния, как средства для коррекции нарушений минерального гомеостаза для замедления прогрессирования атеросклероза аорты и липидного поражения АК у $\text{ApoE}^{-/-}$ мышей. Более выраженный терапевтический эффект у самцов подчёркивает важность гендерных различий в данном аспекте.

Работа выполнена при поддержке комплексной программы фундаментальных научных исследований СО РАН в рамках фундаментальной темы НИИ КПССЗ № 0419-2024-001 «Разработка новых фармакологических подходов к экспериментальной терапии атеросклероза, технологий серийного производства реактивов и расходных материалов для изучения физиологии и патофизиологии сердечно-сосудистой системы и программного обеспечения на основе искусственного интеллекта для автоматизированной диагностики патологий системы кровообращения и автоматизированного расчёта сердечно-сосудистого риска» при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках национального проекта «Наука и университеты».

Список источников:

1. M. Houston. The role of magnesium in hypertension and cardiovascular disease. *J Clin Hypertens (Greenwich)*. – 2011. – Vol. 13, № 11. – P. 843-7. <https://doi.org/10.1111/j.1751-7176.2011.00538.x>.
2. Nair A.B., Jacob S. A simple practice guide for dose conversion between animals and human // *J Basic Clin Pharm.* – 2016. – Vol. 7, № 2. – P. 27-31. <https://doi.org/10.4103/0976-0105.177703>.
3. Драккина О.М., Гегенава Б.Б. Дефицит магния в кардиологии // *Терапевтический архив.* – 2014. – Т. 86, № 12. – С. 104-106. <https://doi.org/10.17116/terarkh20148612104-106>.

РОЛЬ ПРЕДОПЕРАЦИОННОЙ КОРОНАРОГРАФИИ В ОЦЕНКЕ РИСКА КАРДИАЛЬНЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ НЕКАРДИАЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЯХ

*Фёдорова Дарина Николаевна,
Щеглова Анна Викторовна*

Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний

Научный руководитель: Сумин Алексей Николаевич, д.м.н.

fedorova.darina.2001@mail.ru

Аннотация. При проведении некардиальных операций кардиальные осложнения являются основной причиной смерти. Оптимальная тактика дооперационного обследования окончательно не установлена и остается предметом споров. Европейское общество кардиологов делает акцент на медикаментозной терапии, в то время как отечественные исследования представляют всё больше доказательств снижения риска периоперационных осложнений некардиальных операций при выполнении рутинной коронароангиографии (КАГ) перед операциями промежуточного и высокого риска.

Ключевые слова: некардиальные операции, коронароангиография, периоперационные осложнения, каротидная эндартэктомия, ишемическая болезнь сердца.

THE ROLE OF PREOPERATIVE CORONARY ANGIOGRAPHY IN ASSESSING THE RISK OF CARDIAC COMPLICATIONS IN NON-CARDIAC OPERATIONS

Fedorova D.N., Shcheglova A.V., Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases

Sumin A.N., MD, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases

Abstract. In non-cardiac surgeries, cardiac events are the leading cause of death. The optimal tactics of preoperative examination have not been fully established and continue to contain controversies. The European Society of Cardiology emphasizes drug therapy, while domestic studies foretell more and more evidence of a reduced risk of perioperative diseases in non-cardiac surgeries when performing routine coronary angiography (CAG) before intermediate- and high-risk surgeries.

Keywords: non-cardiac surgeries, coronary angiography, perioperative interventions, carotid endarterectomy, ischemic heart disease.

Основной задачей клинической медицины является дооперационная оценка риска кардиальных осложнений, так как при проведении таких операций сердечно-сосудистые осложнения являются основной причиной летальных исходов [1]. При определении оптимальной диагностической и лечебной тактики по оценке и снижению риска кардиальных осложнений при некардиальных артериальных реконструкциях приходится иметь ввиду множество факторов, которые трудно учесть в каком-либо простом алгоритме действий. В отечественных и зарубежных источниках рассматривается целесообразность использования рутинной коронароангиографии (КАГ) перед операциями промежуточного и высокого риска [2]. Тем не менее, в диагностике ишемической болезни сердца (ИБС) необходимо учитывать тот факт, что обструктивные поражения коронарных артерий при КАГ выявляются только в 40% случаев по данным регистров и даже при наличии таких поражений реваскуляризация миокарда не приводит к улучшению прогноза пациентов [3].

Цель: оценить частоту выявления обструктивных поражений коронарных артерий (КА) при проведении рутинной КАГ перед операцией каротидной эндартэктомии (КЭЭ), а также частоту периоперационных осложнений.

Материал и методы. В ретроспективное исследование были включены 498 пациентов, которым выполнялась операция КЭЭ на базе Кемеровского кардиологического центра в период с 1 января 2021 года по 31 декабря 2022 года в возрасте от 46 до 86 лет со значительным стенозом сонных артерий. По результатам КАГ в зависимости от гемодинамической значимости поражения КА пациенты были разделены на три группы: I – обструктивное поражение КА ($\geq 70\%$) ($n=309$; 62,0%); II – необструктивное поражение КА ($< 70\%$) ($n=118$; 23,7%); III – интактные КА ($n=71$; 14,3%).

Атеросклеротическое поражение каротидного бассейна верифицировали с использованием цветного дуплексного сканирования (ЦДС). Значимость стенозов сонных артерий подтверждалась методом

многосрезовой спиральной компьютерной томографии (МСКТ) и/или ангиографическим исследованием. Диагноз периферического атеросклероза артерий нижних конечностей устанавливался при наличии симптомов перемежающейся хромоты, подтвержденных данными ЦДС. По месту жительства или в стационаре в качестве неинвазивного метода диагностики ИБС и для определения толерантности к физической нагрузке пациентам проводили нагрузочные пробы с целью верификации ИБС. У всех пациентов оценивались лабораторные (глюкоза, креатинин, липидный профиль) и эхокардиографические параметры (размеры, объемные параметры левого и правого желудочка, фракция выброса левого желудочка, диастолические параметры левого желудочка). Средний срок проведения КАГ перед КЭЭ составил $1,3 \pm 2,1$ месяца. Выбор тактики хирургического лечения осуществлялся на основании клинико-инструментальных данных, значимости коронарного и периферического атеросклероза, существующих клинических рекомендаций и внутренних алгоритмов учреждения. В госпитальном периоде фиксировались неблагоприятные кардиоваскулярные события: летальный исход, инфаркт миокарда (ИМ), острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК), нарушения ритма фибрилляция или трепетание предсердий.

Статистическую обработку материала проводили с помощью пакета программ StatSoft Statistica 10.0. При распределении, отличающемся от нормального результаты представляли виде медианы, нижнего и верхнего квартилей Me (Q1; Q3). Уровень статистической значимости (p) принимался равным 0,05.

Результаты. Во всей выборке преобладали мужчины (68,7%). У 86,5% пациентов зарегистрирована артериальная гипертензия, в 40% случаев отмечено ОНМК в анамнезе. У пациентов с обструктивной ИБС статистически значимо чаще регистрировались стенокардия, ИМ и реваскуляризация миокарда в анамнезе по сравнению с группой пациентов с необструктивными и чистыми КА ($p < 0,001$). Группы не имели значимых различий по распространенности коморбидной патологии (сахарный диабет, хроническая болезнь почек, ХОБЛ, онкологический анамнез). Отмечена высокая распространенность стеноза артерий нижних конечностей у пациентов с обструктивной ИБС – 20,3%, чем в группах без обструктивной ИБС 11,1% ($p = 0,026$) и интактных КА – 8,2% ($p = 0,0015$). Неинвазивные визуализирующие тесты проводились только в 9,0% случаев, а стресс-тест проводился только в 1,0% случаев, в основном в группах с пораженными КА.

При межгрупповом анализе концентраций биологических маркеров на госпитальном этапе значимые различия не обнаружены. Тем не менее у пациентов всех групп наблюдалось повышение концентрации общего холестерина, триглицеридов и липопротеинов низкой плотности, а также снижение содержания антиатерогенных липопротеинов высокой плотности.

При анализе данных эхокардиографии установлено, что медиана фракции выброса левого желудочка во всех группах находилась в пределах нормальных значений. Но в группе с поражением КА $\geq 70\%$ она была статистически значимо ниже (Me 62,0%) по сравнению с группой с поражением КА $< 70\%$ (Me 65,0%; $p < 0,001$) и чистыми КА (Me 63,5%; $p = 0,015$). Показатели, характеризующие размеры левого желудочка, были статистически значимо выше в группах с поражением КА по сравнению с группой чистых КА ($p < 0,05$).

В результате поражения сонных и КА хирургическая стратегия в группе с обструктивной ИБС распределялась следующим образом: у 42 (13,6%) пациентов одновременное вмешательство на каротидном и коронарном бассейне; у 90 (29,1%) пациентов реваскуляризация миокарда была выполнена первым этапом перед КЭЭ; у 42 (13,6%) пациентов реваскуляризация миокарда была запланирована следующим этапом после КЭЭ. В остальных случаях было показано консервативное лечение КА.

В группе с гемодинамически значимыми поражениями КА, 15 (4,9%) пациентам выполнено комбинированное коронарное шунтирование (КШ) + КЭЭ и 27 (8,7%) пациентам выполнено гибридное чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) + КЭЭ. В группе с интактными КА в одном случае (1,4%) было проведено одновременное вмешательство на сонной артерии и аортальном клапане.

Анализируя частоту развития неблагоприятных событий, произошедших за госпитальный период наблюдения выявлено, что летальный исход был в 2 (0,4%) случаях только в группе с обструктивным поражением КА ($p = 0,541$). Причиной развития летального исхода в первом случае послужило геморрагическое осложнение после симультанной хирургии (КШ+КЭЭ), во втором случае развился фатальный ИМ после неполной реваскуляризации миокарда на первом этапе у пациента с многососудистым поражением КА.

Только в группе с обструктивным поражением КА зафиксировано 6 (1,9%) случаев развития нефатального ИМ. При детальном анализе в трех случаях ИМ развился у пациентов, которым определена консервативная тактика в отношении КА, в двух случаях нефатальный ИМ развился при сочетанной операции (КЭЭ+КШ и КЭЭ+ЧКВ), в одном случае ИМ развился у пациента с определенной стратегией реваскуляризации следующим этапом после КЭЭ. ОНМК развилось в 5 (1,6%) случаях в группе с обструктивным поражением КА и в 1 (1,4%) случаев группе с чистыми КА ($p > 0,05$). У пациентов с обструктивной ИБС развитие комбинированной конечной точки встречалось статистически достоверно чаще (6,2% случаев) по сравнению с группой с необструктивной ИБС ($p = 0,005$).

Обсуждение. При выполнении КАГ перед КЭЭ обструктивные поражения КА выявлены у 62,0% пациентов. Реваскуляризация миокарда была выполнена до или одновременно с КЭЭ у 42,7% пациентов. В результате удалось снизить количество периоперационных кардиальных осложнений (летальность 0,7%, периоперационный инфаркт миокарда – 1,9%), что ниже средних показателей для подобных операций [4, 5]. Выявление обструктивной ИБС перед КЭЭ позволяет использовать другую тактику лечения – реваскуляризацию миокарда после КЭЭ, что также благоприятно влияет на прогноз. Клиническая значимость исследования заключается в том, что оно подтверждает необходимость рутинной КАГ перед КЭЭ, поддерживая мнение российских экспертов о повышении класса рекомендаций до IIA [4] вместо класса IIB, предложенного в рекомендациях ESC [3].

Заключение. При проведении рутинной КАГ во время обследования пациентов перед КЭЭ обструктивные поражения КА выявлены в 62% случаев, необструктивные – в 23,7%, интактные КА – в 14,3%. Реваскуляризация миокарда перед КЭЭ или одновременно с ней была выполнена у 42,7% пациентов. В результате удалось снизить количество периоперационных кардиальных осложнений (летальность 0,7%, периоперационный ИМ – 1,9%), что ниже средних показателей для подобных операций. Таким образом, высокая частота обструктивных поражений КА и минимальное количество периоперационных осложнений говорят в пользу рутинной КАГ перед КЭЭ.

Список источников:

1. Smilowitz, N.R.; Gupta, N.; Ramakrishna, H.; Guo, Y.; Berger, J.S.; Bangalore, S. Perioperative Major Adverse Cardiovascular and Cerebrovascular Events Associated with Noncardiac Surgery. *JAMA Cardiol.* 2017, 2, 181–187.
2. Сумин А. Н., Безденежных А. В., Евдокимов Д. О. и др. Коронароангиография в оценке кардиоваскулярного риска при операциях на некоронарных сосудистых бассейнах: взгляд кардиолога. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия.* 2010; 5:4–11).
3. 2022 ESC Guidelines on cardiovascular assessment and management of patients undergoing noncardiac surgery: Developed by the task force for cardiovascular assessment and management of 102 patients undergoing non-cardiac surgery of the European Society of Cardiology (ESC) Endorsed by the European Society of Anaesthesiology and Intensive Care (ESAIC). *European Heart Journal.* 2022;43:3826–924.
4. Рабочая группа РКО; Сумин АН, Дупляков Д.В., Белялов Ф.И., Баутин А.Е., Безденежных А.В., Гарькина С.В., Гордеев М.Л., Затейщиков Д.А., Иртюга О.Б., Корок Е.В., Кулагина Т.Ю., Медведева Е.А., Мензоров М.В., Напалков Д.А., Павлова Т.В., Петрунько О.В., Протасов К.В., Сибатуллина Ю.С., Черепанова Н.А., Чомахидзе П.Ш., Шутков А.М. Рекомендации по оценке и коррекции сердечно-сосудистых рисков при несердечных операциях. https://scardio.ru/content/Guidelines/Rekom_noncardsurgery2023.pdf
5. Haywood, N.S.; Ratcliffe, S.J.; Zheng, X.; Mao, J.; Farivar, B.S.; Tracci, M.C.; Malas, M.B.; Goodney, P.P.; Clouse, W.D. Operative and long-term outcomes of combined and staged carotid endarterectomy and coronary bypass. *J. Vasc. Surg.* 2023, 77, 1424–1433.e1.

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К РАННЕЙ ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С КОРОНАРНЫМ ШУНТИРОВАНИЕМ И СИНДРОМОМ СТАРЧЕСКОЙ АСТЕНИИ

Черенева Луиза Алимовна,

Аргунова Юлия Александровна

*Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых
заболеваний*

Научный руководитель: Барбараш Ольга Леонидовна, д.м.н., академик РАН

luizachereneva@gmail.com

Аннотация. В настоящее время операции коронарного шунтирования (КШ) все чаще подвергаются пациенты старшей возрастной группы со значимой коморбидностью, в связи с чем большую актуальность приобретают вопросы диагностики и разработка подходов к ведению пациентов с синдромом старческой астении (ССА), поскольку недостаточно данных об оптимальной программе физической реабилитации, эффективной и безопасной для данной категории пациентов.

Ключевые слова: ишемическая болезнь сердца, коронарное шунтирование, реабилитация, физические тренировки, синдром старческой астении, повреждение миокарда.

MODERN APPROACH TO AN EARLY REHABILITATION IN FRAIL PATIENTS UNDERGOING CORONARY ARTERY BYPASS SURGERY

Chereneva L.A., Argunova Yu.A., Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases

*Barbarash O.L., MD, Academician of the Russian Academy of Sciences, Research Institute for Complex
Issues of Cardiovascular Diseases*

Аннотация. To date, patients of older age groups with significant comorbidities are increasingly undergoing coronary bypass surgery. This is why the diagnostics and development of approaches to managing frail patients are becoming more relevant. There is not enough data on the optimal physical rehabilitation program that would be effective and safe for this group of patients.

Keywords: coronary artery disease, coronary artery bypass grafting, rehabilitation, exercise training, frailty, myocardial injury.

Целью настоящего исследования явилась оценка клинической безопасности и эффективности ранней физической реабилитации пациентов с коронарным шунтированием (КШ) и синдромом старческой астении (ССА) в течение года после операции.

В исследование были включены 80 пациентов мужского и женского пола со стабильной ишемической болезнью сердца (ИБС) и ССА, планируемых для проведения КШ. В зависимости от подхода к послеоперационной реабилитации пациенты были рандомизированы на группы: в группе ранней реабилитации (n=36), начиная с 7-х суток после КШ был выполнен курс тредмил-тренировок, продолжительностью 14-18 дней, с индивидуально рассчитанной мощностью нагрузки по результатам кардиопульмонального нагрузочного теста. В группе контроля (n=44) ранние тренировки не проводились. В послеоперационном периоде на первом и втором этапах реабилитации (в течение 20-24 дней) оценивались частота развития и структура осложнений, на годовом этапе – конечные точки, клинические параметры и приверженность терапии. Изучаемые группы не различались по исходным характеристикам и интраоперационным параметрам. Послеоперационные осложнения развивались у 16,6% пациентов группы ранней реабилитации и 38,6% пациентов группы контроля (p=0,03). В качестве комбинированной конечной точки принималось общее количество послеоперационных осложнений госпитального периода, шансы развития которых у пациентов с ранней реабилитацией были ниже в 2,9 раза по сравнению с группой контроля (ОШ = 0,34; 95% ДИ 0,13-0,92; p=0,03).

В группе ранней реабилитации отмечались достоверно лучшие показатели пикового потребления кислорода (p=0,02) и толерантности к физической нагрузке (p=0,03), оцененные по данным кардиопульмонального нагрузочного теста на третьей неделе после КШ. Через год после проведения КШ в группе ранней реабилитации доля пациентов с достигнутой компенсацией артериальной гипертензии составила 100%, в контрольной группе – 65% (p<0,001). Пациенты с ранней реабилитацией через год имели в 2 раза меньшую частоту развития комбинированной конечной точки по сравнению с пациентами без таковой (6,6% против 13,5%, p>0,05). При оценке приверженности рекомендованной терапии установлено, что в группе ранней

реабилитации доля пациентов, принимавших статины, была достоверно выше по сравнению с пациентами контрольной группы (93 и 70%, соответственно, $p=0,04$).

Таким образом, можно сделать вывод о том, что использование ранней физической реабилитации в послеоперационном периоде КШ у пациентов с ССА ассоциируется на госпитальном этапе со снижением частоты развития послеоперационных осложнений и улучшением функционального статуса пациентов к концу госпитального периода, на годовом этапе – с лучшими показателями клинического статуса на фоне более высокой приверженности терапии.

Список источников:

1. Vigorito C., Abreu A., Ambrosetti M., Belardinelli R., Corra U., Cupples M., Davos C.H., Hoefer S., Iliou M.C., Schmid J.P., Voeller H., Doherty P. Frailty and cardiac rehabilitation: A call to action from the EAPC Cardiac Rehabilitation Section. *European Journal of Preventive Cardiology*. 2017; 24(6): 577-590. <https://doi.org/10.1177/2047487316682579>
2. Testa G., Liguori I., Curcio F., Russo G., Bulli G., Galizia G., Della-Morte D., Gargiulo G., Basile C., Cacciatore F., Bonaduce D., Abete P. Multidimensional frailty evaluation in elderly outpatients with chronic heart failure: A prospective study. *European Journal of Preventive Cardiology*. 2019; 26(10): 1115-1117. <https://doi.org/10.1177/2047487319827460>
3. Kehler D.S., Giacomantonio N., Firth W., Blanchard C.M., Rockwood K., Theou O. Association Between Cardiac Rehabilitation and Frailty. *The Canadian Journal of Cardiology*. 2020; 36(4): 482-489. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2019.08.032>
4. Таран И.Н., Арзунова Ю.А., Помешкина С.А., Барбараи О.Л. Влияние ранней программы реабилитации с аэробными нагрузками на течение послеоперационного периода у пациентов с коронарным шунтированием. *Профилактическая медицина*. 2021; 24(1): 86-92. <https://doi.org/10.17116/profmed20212401186>
5. Таран И.Н., Помешкина С.А., Арзунова Ю.А., Барбараи О.Л. Безопасность и эффективность аэробных нагрузок в ранней реабилитации пациентов после операции на сердце. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2020; 9(3): 30-39. <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2020-9-3-30-39>
6. Rossi P.G., Carnavale B.F., Farche A.C.S., Ansai J.H., de Andrade L.P., Takahashi A.C.M. Effects of physical exercise on the cognition of older adults with frailty syndrome: A systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 2021; (93): 104322. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2020.104322>

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗРАБОТАННОГО СТЕНТ-ГРАФТА С БИОДЕГРАДИРУЕМЫМ ПОЛИМЕРНЫМ ПОКРЫТИЕМ ДЛЯ ЗАКРЫТИЯ ДЕФЕКТА СТЕНКИ АРТЕРИИ НА МОДЕЛИ КРУПНОГО ЛАБОРАТОРНОГО ЖИВОТНОГО

Шабает Амин Рашиитович,

Канонькина Анастасия Юрьевна, Сенокосова Евгения Андреевна, Кудрявцева Юлия Александровна
Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых
заболеваний

Научный руководитель: Кудрявцева Юлия Александровна, д.б.н.

neirohirurqi@yandex.ru

Аннотация. Исследование посвящено изготовлению нового стент-графта с биodeградируемым полимерным покрытием для закрытия дефекта стенки артерии при кровотоке. Способность такого покрытия к планомерной биодеструкции является ключевым аспектом выбора полимера, так как в процессе заживления сосудистой стенки необходимо минимизировать риск развития отсроченного тромбоза, инфекционных и некротических процессов. Актуальность настоящей работы определена имеющимися недостатками существующих стент-графтов, которые значительно ограничивают их применение. По итогам имплантации разработанных стент-графтов с полимерным покрытием в артериальное русло овец установлено, что изделие обеспечило качественную герметизацию перфорированного сосуда; полимерная мембрана подверглась биodeградации синхронно с эпителизацией дефекта стенки артерии, что обеспечило долгосрочную проходимость и оптимальную интеграцию с организмом.

Ключевые слова: стент-графт, биodeградируемые полимеры, сердечно-сосудистая хирургия.

INVESTIGATION OF A DEVELOPED STENT GRAFT WITH A BIODEGRADABLE POLYMER COATING FOR CLOSING AN ARTERY WALL DEFECT ON A LARGE LABORATORY ANIMAL MODEL

Shabaev A.R., Kononykina A. Yu., Senokosova E.A., Kudryavtseva Yu. A., Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases

Kudryavtseva Yu. A., Grand PhD in Biological Sciences, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases

Abstract. The study is devoted to the manufacture of a new stent graft with a biodegradable polymer coating to close an artery wall defect during bleeding. The ability of such a coating to systematically biodegrade is a key aspect of polymer selection, since during the healing process of the vascular wall it is necessary to minimize the risk of delayed thrombosis, infectious and necrotic processes. The relevance of this work is determined by the existing disadvantages of existing stent grafts. Based on the results of implantation of the developed polymer-coated stent grafts into the arterial bed of sheep, it was found that the product provided high-quality sealing of the perforated vessel. The polymer membrane underwent biodegradation synchronously with the epithelialization of the artery wall defect. This ensured long-term patency and optimal integration with the body.

Keywords: stent graft, biodegradable polymers, cardiovascular surgery.

В настоящее время с развитием технологий рентгенэндоваскулярной хирургии наблюдается неуклонный рост количества операций с использованием различных стентов, стент-графтов, с целью реваскуляризации миокарда, брахиоцефальных артерий, интра- и экстракраниальных артерий, артерий нижних конечностей, висцеральных артерий [1]. Вместе с ростом количества оперативных вмешательств с использованием эндоваскулярных устройств остро встает вопрос осложнений при проведении чрескожных вмешательств (ЧКВ). Проведение процедуры ЧКВ предполагает использование баллонной ангиопластики и имплантацию стента, что в редких случаях может привести к перфорации КА (0,2-0,6%) [2]. В настоящее время стент-графты, которые можно использовать для этих целей, имеют ряд недостатков, значительно ограничивающие их применение. Например, стент-графты, покрытые полимерной мембраной из политетрафторэтилена (ПТФЭ), имеют сравнительно большой профиль, и их продвижение, особенно в кальцинированные или извитые артерии, может быть затруднено. К другой категории стент-графтов относят продукт AneuGraft-стенты, покрытые мембраной

из биологического материала (перикарда лошади), при длительном нахождении в артерии могут индуцировать воспалительные процессы, и, как следствие, разрастание неоинтимы с формированием рестеноза и возможным развитием кальцификации биологической ткани [3]. Безусловными преимуществами перед ранее описанными стент-графтами обладает недавно получивший одобрение FDA стент с покрытием на основе полиуретана PK Parvus (Biotronik AG). Одним из наиболее значимых положительных свойств нового устройства при герметизации артерий малого диаметра стала его толщина. Ультратонкая 90 мкм мембрана стента сформирована методом электроспиннинга на металлическом каркасе толщиной всего 60 мкм, что обеспечило имплантату гибкость и компактность [4]. Однако полиуретан, выбранный в качестве материала для покрытия стент-графта, может в отдаленной перспективе стать причиной рестенозов вследствие воспалительной реакции на инородное тело, что в свою очередь, может привести к развитию кальцификации материала.

Для покрытия металлических стентов перспективно использование биodeградируемых полимеров. Спектр полимеров достаточно разнообразен как по срокам деградации, так и физико-химическим свойствам. Оптимально использовать полимер или полимерную композицию с быстрым сроком деградации, с высокими упруго-деформативными свойствами и высокой био- и гемосовместимостью. Способность покрытия к биодеструкции является ключевым аспектом выбора полимера. Полная планомерная деградация полимерного покрытия после заживления сосудистой стенки поможет снизить риск развития отсроченного тромбоза, инфекционных и некротических процессов.

Цель работы – разработать технологию изготовления стент-графта с биodeградируемым покрытием для закрытия перфораций артерий, провести оценку эффективности и функциональности изделия на модели крупного лабораторного животного.

Материалы и методы. Для исследования был выбран полимер полилактид-со-гликолид (PLGA). Для придания атромбогенности в полимерное покрытие добавлен низкомолекулярный гепарин Эниксум (эноксапарин натрия). Формирование полимерного покрытия стента проведено методом электроспиннинга. Толщина покрытия составила 80-100 мкм. Готовый стент-графт кримпирован на баллон системы доставки. Готовое изделие стерилизовано радиоактивным методом.

Проведено 2 серии оперативных вмешательств: 1 – открытые операции; 2 – закрытые операции.

1 группа: имплантация покрытых полимерной мембраной стент-графтов овцам (n=4), в позицию внутренней сонной артерии с 2-х сторон. Операции проведены в условиях эндотрахеального наркоза. Выделена общая сонная артерия на протяжении 10 см. Пункция общей сонной артерии, установка интродьюсера 6 Fr, проведение стент-графта, установленного на баллоне-катетере, перфорация артерии проксимальнее места установки интродьюсера, раздувание баллона до 14-16 атм. Визуальный контроль остановки кровотечения из места перфорации, визуальная оценка раскрытия стент-графта, далее следует удаление баллона и интродьюсера, ушивание отверстия нитью Пролен 6/0. После состоявшегося гемостаза рана ушита послойно нитью Викрил 3/0, на рану наложена асептическая повязка.

2 группа: имплантация покрытых полимерной мембраной стент-графтов овцам (n=6), в позицию внутренней сонной артерии с 2-х сторон. Операции проведены в условиях эндотрахеального наркоза. С использованием портативного аппарата, для проведения УЗИ и ЦДС, визуализирована общая сонная артерия. Пункция общей сонной артерии, установка интродьюсера 6 Fr, внутрисосудистое УЗИ, с оценкой диаметра сосуда, характеристик сосудистой стенки, проведение стент-графта, установленного на баллон-катетере, раздувание баллона со стент-графтом на системе доставки до 14-16 атмосфер. ЦДС контроль раскрытия стента, методом внутрисосудистого УЗИ оценка раскрытия стент-графта и степени адаптации к сосудистой стенке, удаление баллона и интродьюсера, ушивание отверстия с помощью ушивающего устройства Angio-seal. Наложение асептической повязки.

Функциональность стент-графтов оценена методом УЗИ на 3-и сутки, а также через 1 и 3 месяца после операции. Вывод животных из эксперимента осуществлен через 3 месяца после имплантации стент-графтов.

Результаты. Разработанный стент-графт обеспечил качественную герметизацию перфорированного сосуда. Мембрана изделия подверглась биodeградации к моменту эпителизации перфорации, что обеспечило долгосрочную проходимость и оптимальную интеграцию с организмом. Метод сканирующей электронной микроскопии эксплантированных стент-графтов показал, что металлическая часть стент-графта прочно интегрирована в стенку сонной артерии. Внутренние слои артерии не изменены и сопоставимы с таковыми нативной сонной артерии овцы. Нанесенная на стент-графт биodeградируемая мембрана деградировала, без признаков воспаления.

Заключение. Результаты проведенного исследования демонстрируют принципиальную возможность использования метода электроспиннинга для формирования полимерной мембраны на стент-графтах для лечения перфораций артерий. Стент-графт, покрытый биodeградируемой мембраной с включением эноксапарина натрия, на модели овцы обеспечил качественную герметизацию перфорированного сосуда и

проходимость на протяжении трех месяцев. На основе данных гистологического исследования показана успешность и эффективность имплантации разработанных сосудистых изделий для закрытия перфораций артерий с последующей деградацией полимерного покрытия и формированием компактной неоинтимы.

Исследование выполнено в рамках фундаментальной темы НИИ КПССЗ № 0419-2022-0001 «Молекулярные, клеточные и биомеханические механизмы патогенеза сердечно-сосудистых заболеваний в разработке новых методов лечения заболеваний сердечно-сосудистой системы на основе персонифицированной фармакотерапии, внедрения малоинвазивных медицинских изделий, биоматериалов и тканеинженерных имплантатов».

Список источников:

1. Алесян Б.Г., Бойцов С.А., Маношкина Е.М., Ганюков В.И. Анализ российских национальных показателей реваскуляризации миокарда у больных с острым коронарным синдромом в 2022 г. *Эндоваскулярная хирургия*. 2023; 260-269. doi: 10.24183/2409-4080-2023-10-3-260-269.
2. Rao G, Sheth S, Grines C. Percutaneous coronary intervention: 2017 in review. *J Intervent Cardiol*. 2018;31(2):117-128. doi:10.1111/joic.12508.
3. Secco G.G., Serdoz R., Kilic I.D. et al. Indications and immediate and long-term results of a novel pericardium covered stent graft: Consecutive 5-year single center experience. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*. 2015;87(4): 712–719. doi:10.1002/ccd.26131.
4. Kandzari D.E., Birkemeyer, R. PK Papyrus covered stent: Device description and early experience for the treatment of coronary artery perforations. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*. 2019;94(4):564-568. doi:10.1002/ccd.28306.

**СЕКЦИЯ 13. ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ. СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ**

ХАРАКТЕРИСТИКА МЕМОРИАЛЬНЫХ ДОСОК, ПОСВЯЩЕННЫХ ВОЕННОЙ ИСТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ Г. КЕМЕРОВО)

Аблова Елизавета Евгеньевна

Кемеровский государственный университет,

Государственная научная библиотека Кузбасса им. В. Д. Федорова

Научный руководитель: Овчинников Владислав Алексеевич, д.и.н., профессор, КемГУ

onyusheva0807@mail.ru

Аннотация. В статье предлагается и характеризуется классификационная группа «мемориальные доски, посвященные военной истории», на основе выделенных характеристик: время появления и внешний вид; содержание; популяризация. Особое внимание уделяется соотношению «личностных» и «событийных» мемориальных досок. Приводится анализ тематических сюжетов (военных событий), нашедших отражения в мемориальных досках города Кемерово.

Ключевые слова: фонд мемориальных досок, мемориальная доска, Великая Отечественная война, специальная военная операция.

CHARACTERISTICS OF MEMORIAL PLAQUES DEDICATED TO MILITARY HISTORY (ON THE EXAMPLE OF KEMEROVO)

Ablova Elizaveta Evgenyevna, Kemerovo State University, State Academic Library of Kuzbass named after V.D. Fedorov

Ovchinnikov V. A., Grand PhD in Historical sciences, Professor, Kemerovo State University

Abstract. The article proposes and characterizes the classification group “memorial plaques dedicated to military history” based on the highlighted characteristics: time of appearance and appearance; content; popularization. Particular attention is given to the ratio of “personal” and “event” plaques. An analysis of thematic plots (military events) that were reflected in the memorial plaques of the city of Kemerovo is given.

Key words: memorial plaque fund, memorial plaque, Great Patriotic War, special military operation.

В 2025 г. в Российской Федерации пройдет масштабное празднование 80-летия Победы в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.¹, включающее в себя реализацию всероссийских и региональных проектов, направленных на формирование патриотизма, сохранение исторической памяти о военных событиях, облагораживание объектов историко-культурного наследия. По инициативе Президента России В. В. Путина 2025 г. объявлен Годом защитника Отечества с целью популяризации подвигов участников специальной военной операции и памяти героев Отечества².

Героические подвиги участников войн находят широкое отражение в памятниках, скульптурах, достопримечательных местах, мемориальных досках. Уже в XIX в. георгиевские кавалеры-участники боевых сражений заносились на мраморные доски, расположенные в Георгиевском зале Кремлёвского дворца (за 1769-1869 гг.)^{3[3]}. Значительное увеличение установок мемориальных досок, увековечивающих военные события, пришлось на советский период (мемориальные доски участникам и событиям Гражданской войны 1918-1922 гг., Великой Отечественной войны 1941-1945 гг., локальных вооруженных конфликтов).

При изучении фонда мемориальных досок (далее – ФМД) исследователи используют метод классификации и делят доски по различным признакам: тематически, территориально, хронологически и т.д. в зависимости от целей научного изучения. Ряд отечественных трудов посвящен мемориальным доскам (далее – МД), отражающим тематику памяти о военных событиях и подвигах героев [3, 4, 5]. В своих работах мы также разрабатывали классификацию по тематическим направлениям ФМД для Кемерово, где выделили 11

1 Указ о подготовке и проведении празднования 80-й годовщины Победы в Великой Отечественной войне / [Электронный ресурс] // Официальный сайт Президента России : [сайт]. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202307310027?ysclid=m5xeru1rxl786618558> (дата обращения: 10.01.2025)

2 Указ о проведении в России Года защитника Отечества / [Электронный ресурс] // Официальный сайт Президента России: [сайт]. – URL: <http://www.kremlin.ru/catalog/keywords/91/events/76120> (дата обращения: 10.01.2025).

3[3] ГА РФ. Ф. 678. Оп. 1. Д. 439. Л. 385. Список фамилий георгиевских кавалеров, написанных на мраморных досках в Георгиевском зале Кремлевского дворца за время 1769 по 1869 г.г. В кожаном переплете с золотым тиснением. Имеются: портреты Екатерины II, Александра II, вид Георгиевского зала. 1869 г.

классификационных групп [2]. Мы отмечаем, что данная классификация может быть использована в рамках изучения ФМД городов и районов Кузбасса, поскольку отражает общие аспекты развития региональной истории. В результате работы мы пришли к выводу, что наибольшее количество МД посвящено событиям и участникам Великой Отечественной войны. Далее мы приведем характеристику классификационной группы «мемориальные доски, посвященные военной истории» на примере Кемерово.

На январь 2025 г. ФМД г. Кемерово составляет более 350 единиц, которые посвящены истории Кузбасса и России и установлены в 5 районах: Центральный, Заводский, Кировский, Ленинский, Рудничный. Рассматриваемая нами классификационная группа имеет следующие характеристики:

Время появления и внешний вид. ФМД Кузбасса начинает формироваться в 1930 г., когда ВЦИК своим специальными решением устанавливает первые памятники-символы «мемориальные доски» в честь трудовых побед на территории Северского трубного завода, Харьковского тракторного завода, Днепровской гидроэлектростанции, Кузнецком металлургическом комбинате и ряде шахт Кузбасса^{4[4]}. Массовая установка МД, посвященных личностям, в числе которых участники революции, Гражданской и Великой Отечественной войны, начинается после 1967 г., когда в регионе появилось отделение Всероссийского общества охраны памятников истории и культуры (далее – ВООПИиК)^{5[5]}. После 1991 г. МД отражают подвиги, связанные не только с событиями I пол. XX в., но и II пол. XX. – первой четверти XXI в., включая в себя пограничный конфликт на острове Даманском 1969 г., военный конфликт на территории Афганистана 1979-1989 гг., российско-чеченский конфликт 1990-х – 2000-х гг., специальная военная операция 2022 г. – наст. вр. Внешний вид МД не претерпел кардинальных трансформаций, сочетая в себе портрет увековечиваемой личности, биографические данные (ФИО и годы жизни), краткие сведения о подвиге, награды («погиб при форсировании реки Днепр», «награжден Орденом Мужества посмертно») и обоснование месторасположения («в этом доме жил», «здесь работал / учился»). В текстовой части присутствуют формулировки эмоционального окраса, подчеркивающие значение подвига – павший смертью храбрых, отважный воин, героически погибшего, прославленной гвардейской дивизии.

Содержание. МД, посвященные военной истории мы условно делим на «личностные» и «событийные». Основная особенность содержательной части «личностных» МД заключается в отражении личностей известных не только в масштабах региональной, но и отечественной истории. На территории Кемерово установлен ряд досок участникам и героям революции, Гражданской и Великой Отечественной войны, которые никогда не являлись жителями региона, например, военачальнику Тухачевскому М. Н., революционеру Дзержинскому Ф. Э., Героям Советского Союза Чайкиной Е. И., Громовой У. М., Тюленину С. Г. и др. Стоит отметить, что в данных случаях МД устанавливаются на одноименных улицах и являются своеобразным «маркером», привлекающим внимание к подвигу личности. Такой подход в основном относится к участникам Великой Отечественной войны, удостоенных высших правительственных наград, как пример звание Героя Советского Союза. МД посвященные участникам последующих военных событий охватывают региональную историю и привязаны к конкретному месту, в котором находился герой (местожительство, образовательное учреждение, место работы и т.д.). Содержательная часть событийных МД относится к начальному периоду установления советской власти и периоду Великой Отечественной войны (МД на здании, где в августе 1914 г. был штаб по формированию 376 и 303 сибирских стрелковых дивизий по адресу ул. Кирова 45). Поскольку в Кемерово не велось активных боевых действий в военные годы, то количество событийных МД существенно уступает личностным.

В 1970-80-х гг. в Кузбассе активно начали проводить поиск мест, в которых в годы Великой Отечественной войны размещались эвакуационные госпитали, был составлен список, включающий в себя 44 единицы (10 эвакуационных госпиталей в Кемерово)^{6[6]}. Установка МД шла постепенно, на ряде объектов они появились в 1980 г.^{7[7]}, городские и районные отделения ВООПИиК отчитывались об установке МД областному отделению. Кемеровское городское отделение ВООПИиК делало заказ на установку МД на здания, в которых в годы Великой Отечественной войны располагались эвакуационные госпитали в 1982 г. Параллельно с этим шло выявление мест формирования кузбасских дивизий^{8[8]}. В 1970 г. в Кемерово установили мраморную МД на здании формирования 22-й гвардейской Рижской дивизии, в 1975 г. МД на здании, где проходило формирование 303-й

4[4] ГАКО. Ф. Р-555. Оп. 1. Д. 16. Л. 132. Протоколы пленумов облсовета. 1979-1981 гг.

5[5] ГАКО. Ф. Р-790. Оп. 1а. Д. 208, Л. 181-182. Решение Кемеровского облисполкома № 537 от 6 сентября 1965 г. «Об образовании организационного комитета по созданию добровольного общества охраны памятников истории и культуры»

6[6] ГАКО. Ф. Р-555. Оп. 1. Д. 13. Л. 362. Лекционный и методический материал, отправленный в гор и районные отделения за 1977-1980 гг.

7[7] ГАКО. Ф. Р-555. Оп. 1. Д. 24. Л. 4. Информация о ходе осмотра работы первичных организаций и коллективных членов ВООПИиК Кемеровской области. 1980 г.

8[8] ГАКО. Ф. Р-555. Оп. 1. Д. 30а. Л. 213. Текстовые отчеты горрайотделений за 1982 г.

Краснознаменной Верхнеднепровской стрелковой дивизии⁹[9]. Наряду с этим производственные предприятия, образовательные учреждения ведут сбор сведений о своих сотрудниках, учениках-участниках войны.

С 2020-х гг. личные МД начинают устанавливаться в честь героев специальной военной операции на зданиях общеобразовательных учреждений¹⁰[10] и сопровождаются торжественным открытием с участием родственников, школьников, представителей общественных организаций. По нашему мнению, сегодня для сохранения памяти героев выбираются именно МД поскольку их проще вписать в городскую инфраструктуру, они являются более дешевым способом увековечивания, для них необходима логическая привязка к конкретному месту в отличие от памятников и скульптур.

Популяризация. Рассматриваемая классификационная группа привлекает широкое внимание общественности и используется в гражданско-патриотическом воспитании подрастающего поколения и молодёжи. В рамках изучения ФМД Кузбасса мы проводили подробный анализ, как можно использовать фонд в изучении истории родного края [1]. Рассматриваемая нами классификационная группа «мемориальные доски, посвященные военной истории» в основном популяризируются через следующие формы: участие в открытии МД и его освещение в СМИ (печатные и интернет-версии); посещение экскурсионных маршрутов, включающих МД. Мы считаем, что доски данной классификационной группы более узнаваемы среди жителей, поскольку их открытие и облагораживание зачастую приурочено к знаменательным всероссийским датам, в которых принимают участие в том числе подрастающее поколение и молодёжь. Так, в преддверии 80-летнего юбилея Победы в Кузбассе проведут осмотр состояния объектов в честь героев войны, в том числе мемориальных досок¹¹[11].

В результате исследования на основе выделенных нами характеристик (время появления и внешний вид; содержание; популяризация) мы пришли к выводу, что в России группа «мемориальные доски, посвященные военной истории» начинает формироваться одной из первых (с конца XIX в.), на территории Кузбасса группа уступает МД в честь строительства трудовых объектов, но тем не менее становится самой масштабной к концу XX – нач. XXI в. В г. Кемерово «личные» МД превосходят количеством «событийные» и в большинстве случаев отражают подвиги героев Великой Отечественной войны 1941-1945 гг. (МД на доме, где жил Герой Советского Союза, лётчик-штурмовик Лыков В. М. по адресу ул. Весенняя, 7) и специальной военной операции (МД на школе, где учился Рогов А. Б., погибший при исполнении воинского долга, по адресу ул. Волгоградская, 9а). Также, имеются МД, посвященные революционным событиям (МД на доме, в котором жил участник 2-х революций и вооруженного восстания в Петрограде Носов С. В. по адресу ул. Островского, 30), Гражданской войне (МД на улице, названной в память Героя Гражданской войны Лазо С. Г. по адресу ул. Лазо, 16), Афганской войне (мемориальная доска на шоссе, названном в честь погибшего при исполнении интернационального долга в Афганистане Егорова Ю. по адресу ул. Инициативная, 91), конфликтам на Даманском острове (МД на училище, где учился Дергач Н. Т., погибший при защите границы СССР, по адресу ул. Павленко, 1а) и на территории Чечни (МД на школе, где учился сотрудник управления ФСБ России по Кемеровской области, погибший при исполнении служебного долга, Турлов С. И. по адресу ул. Александрова, 18). Доски рассматриваемой классификационной группы чаще других упоминаются в преддверии знаменательных дат, таких как День снятия блокады Ленинграда, День Защитника Отечества, День Победы и т.д., а также в год празднования юбилеев Победы в Великой Отечественной войне.

Список источников:

1. Аблова, Е. Е. Мемориальные доски как источник изучения истории родного края на примере Г. Кемерово Е. Е. Аблова // *История, политология, социология, философия: теоретические и практические аспекты : Сборник статей по материалам LXXXVI международной научно-практической конференции, Новосибирск, 04 ноября 2024 года.* – Новосибирск: Общество с ограниченной ответственностью «Сибирская академическая книга», 2024. – С. 21-32.
2. Мартынов, А. И. Мемориальные доски г. Кемерово: классификация, проблемы изучения, особенности исследования / А. И. Мартынов, Е. Е. Леонов, Е. Е. Онюшева // *Вестник Кемеровского государственного университета культуры и искусств.* – 2015. – № 33-2. – С. 57-64.
3. Обласова, А. А. Гражданская война в памятниках и мемориальных досках на территории Златоустовского городского округа // *Гороховские чтения : Материалы девятой региональной музейной конференции, Челябинск, 16 ноября*

9[9] ГАКО. Ф. Р-555. Оп. 1. Д. 65. Л. 62. Методические рекомендации по изучению памятников истории и культуры Кузбасса. Брошюры. 1988 г.

10[10] В Кемерове увековечили память героя СВО // [Электронный ресурс] // Комсомольская правда : [сайт]. – URL:

<https://www.kem.kp.ru/online/news/5049143/?ysclid=m5yxfko7hr115548294> (дата обращения: 10.01.2025); В Кемерове открыли мемориальную доску Леониду Котову // [Электронный ресурс] // Всероссийская общественная организация ветеранов «Боевое братство» : [сайт]. – URL:

<https://bbratstvo.com/2024/09/11/otkrytie-pamyatnoy-doski?ysclid=m5yxfg5uaz2085446> (дата обращения: 10.01.2025).

11[11] В преддверии 80-летия Победы в Кузбассе проверяют состояние объектов, установленных в честь героев Великой Отечественной войны // [Электронный ресурс] // Официальный сайт Администрации города Кемерово : [сайт]. – URL:

https://kemerovo.ru/press-tsentr/novosti-kuzbassa/v-preddverii-80-letiya-pobedy-v-kuzbasse-proveryayut-sostoyanie-obektov-ustanovlennykh-v-chest-geroe-100568/?sphrase_id=201394 (дата обращения: 10.01.2025).

2018 года / Составитель, научный редактор А.Н. Лымарев. – Челябинск: Областное государственное бюджетное учреждение культуры «Государственный исторический музей Южного Урала», 2018. – С. 72-75.

4. Попов, Е. А. Память о Героях Советского Союза, увековеченная в названиях оренбургских улиц и мемориальных досках / Е. А. Попов // Мы выстояли и победили : Международная научно-практическая конференция к 80-летию прорыва блокады Ленинграда, Сталинградской и Курской битвы. Сборник статей, Оренбург, 26-27 мая 2023 года. – Оренбург: Оренбургский государственный педагогический университет, 2023. – С. 194-198.

5. Степаненко, А. А. Память о Великой Отечественной войне в мемориальных досках (особенности коммеморативной практики 1990-2020-х гг.) // Героизм как историко-культурный феномен российской цивилизации : Сборник трудов Межвузовской студенческой конференции, посвященной 410-летию легендарного подвига Ивана Сусанина и 80-летию Победы в Сталинградской битве, Москва, 15 июня 2023 года / Под общей редакцией Л.В. Блонского, А.И. Ветеркова. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Сам Полиграфист", 2023. – С. 221-226.

ПРОЕКТ ОНЛАЙН-КАТАЛОГА «СВЕТЛЫЙ ОБРАЗ» ПО СОХРАНЕНИЮ МОНУМЕНТАЛЬНОЙ ЖИВОПИСИ РУССКОЙ ПРАВОСЛАВНОЙ ЦЕРКВИ

Анциферова Полина Алексеевна

Кемеровский государственный институт культуры

Детская школа искусств №46

Научный руководитель: Алексеева Лариса Сергеевна, канд. культурологии, КГИК

polina4365@mail.ru

Аннотация. В условиях современных вызовов, таких как ограниченный доступ к объектам культурного наследия, необходимость обеспечения сохранности уникальных артефактов и привлечение широкого круга заинтересованных лиц, цифровые технологии предлагают эффективные инструменты для решения этих задач. Сохранению культурного наследия, в частности – храмовой живописи, способствуют онлайн-каталоги. Цифровые реестры позволяют не только сохранить визуальную информацию о памятниках, но и обеспечивают широкий доступ публике

Ключевые слова: культурное наследие, живопись, монументальное искусство, иконопись, храмы Кузбасской митрополии, иконописцы Кузбасса

ONLINE CATALOG PROJECT “THE LIGHT IMAGE” FOR THE PRESERVATION OF MONUMENTAL PAINTINGS OF THE RUSSIAN ORTHODOX CHURCH

Antsiferova P. A., Kemerovo State Institute of Culture, Children’s Art School № 46

Alekseeva L. S., PhD in Cultural Studies, Kemerovo State University of Culture

Abstract. The creation of online catalogs has become an important practice in preserving cultural heritage, especially in the field of temple painting. In the face of modern challenges, such as limited access to cultural heritage sites, the need to ensure the preservation of unique artifacts, and the involvement of a wide range of stakeholders, digital technologies offer effective tools to address these challenges. Online catalogs allow not only to preserve visual information about monuments, but also to provide convenient access to them for researchers, students and the general public.

Keywords: cultural heritage, painting, monumental art, icon painting, churches of the Kuzbass Metropolis, icon painters of Kuzbass.

На сегодняшний день сохранение культурного наследия является одной из важнейших задач современного общества. Особого внимания требует храмовая живопись, которая представляет собой уникальное явление в мировой культуре. Несмотря на свою важность, храмовая живопись находится под угрозой исчезновения из-за различных факторов, таких как климатические изменения, воздействие времени и отношение церковнослужителей к этому виду искусства.

Создание электронного реестра сакральной живописи представляется важным для фиксации культурного наследия. В первую очередь, подобный ресурс обеспечит расширенный доступ к сведениям о произведениях искусства для разнообразной аудитории, охватывая научных сотрудников, обучающихся и заинтересованных лиц. Во-вторых, он способствует повышению осведомленности о необходимости сохранения культурного наследия, активизируя усилия по его охране. Создание цифрового каталога обеспечивает сохранность данных и упрощает их распространение, что особенно важно в условиях физической недоступности или уязвимости артефактов.

В данной работе представлена начальная стадия работы над онлайн-каталогом [1], в котором впоследствии будет отражена храмовая живопись Кузбасса. Для этого, перед нами поставлены следующие задачи: изучить существующий опыт создания цифровых каталогов; проанализировать состояние сохранности памятников храмовой живописи; разработать структуру и функционал онлайн-каталога; оценить эффективность созданных решений и предложить пути дальнейшего развития. Для выполнения поставленных задач использованы следующие методы: анализ литературных и архивных материалов и интернет-ресурсов, полевые исследования, предполагают посещение храмов и монастырей, интервьюирование с художниками-иконописцами и священнослужителями. Также предусмотрена разработка программного обеспечения для онлайн-каталога, его тестирование и внедрение разработанного продукта.

При обращении к специализированной литературе и специалистам в области искусствоведения, выявлено, что в Кемеровской области отсутствуют полные, структурированные источники, в которых были бы

представлены росписи и убранство внутрихрамового пространства. Также отмечен тот факт, что даже в крупных храмах Кузбасса отсутствует полная фиксация состояния храмового пространства. Как показал собственный опыт, сложно установить и авторство существующих росписей – информацию возможно собрать только по рассказам и воспоминаниям очевидцев [5]. Наряду с вышеуказанными проблемами отмечается и разрушение живописи из-за естественных факторов, таких как старение материалов и воздействие окружающей среды. Кроме того, монументальная живопись находится в действующих храмах, из-за чего, многие фрески оказываются под слоями свечной копоти. Все эти и другие факторы делают задачу сохранения храмовой живописи крайне актуальной.

Далее представлен проект онлайн-каталога храмовой живописи «Светлый образ». Процесс создания онлайн-каталога начинается с определения его структуры и функционала. На первом этапе проводится сбор данных о памятниках храмовой живописи. Эти данные могут включать фотографии, описания, историческую информацию и технические характеристики. Затем осуществляется классификация объектов по различным критериям, таким как регион, эпоха, стиль и т.д. Следующим шагом является разработка интерфейса и функционала каталога. Интерфейс должен быть интуитивно понятным и удобным для пользователя. Функционал должен включать поисковые механизмы, фильтры, возможность добавления новых записей и комментариев. Важно также предусмотреть защиту данных от несанкционированного доступа и изменения.

После завершения разработки производится тестирование и внедрение каталога. На этом этапе проверяется работоспособность всех функций, устраняются выявленные ошибки и проводятся необходимые доработки. После успешного запуска каталога он становится доступен для широкой аудитории. Результаты проведенного исследования показали высокую эффективность предложенных решений. Созданный онлайн-каталог храмовой живописи позволяет пользователям быстро и удобно находить нужную информацию о памятниках храмовой живописи. Он также предоставляет возможность добавлять новые записи и оставлять комментарии, что способствует развитию научного сообщества и привлечению внимания к проблемам сохранения культурного наследия. На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что создание онлайн-каталога является эффективным способом сохранения и распространения информации о культурном наследии. Как уже было отмечено, представлен первоначальный этап разработки этого ресурса, для достижения максимального эффекта необходимо продолжать работу над улучшением функционала и расширением возможностей каталога.

Таким образом, практика создания онлайн-каталога храмовой живописи «Светлый образ» показывает свою значимость фиксации храмовых фресок. Данный подход позволяет не только сохранять информацию о памятниках, но и привлекает внимание к проблемам их сохранения, консервации и реставрации. Дальнейшее развитие цифровых инструментов должно способствовать сохранению культурного кода нашей нации, а также повышению уровня осведомленности российского общества о культурном наследии своей страны.

Список источников:

1. Анциферова П. А., Алексеева Л. С. Онлайн-каталог «Светлый образ» / Анциферова П. А., Алексеева Л. С. [Электронный ресурс] // [сайт]. – URL: <http://katalogkem42.tilda.ws> (дата обращения: 13.02.2025).
2. Сохранение цифрового наследия в России: методология, опыт, правовые проблемы и перспективы [Текст] : монография / И. И. Горлова, А. Л. Зорин, А. А. Гуцалов ; отв. ред. А. В. Крюков ; Юж. ф-л Рос. науч.-иссл. ин-та культурного и природ. наследия им. Д. С. Лихачёва. – М. : Институт Наследия, 2021.
3. Лопатина Н. В., Неретин О. П. Сохранение цифрового культурного наследия в едином электронном пространстве знаний // Вестник МГУКИ. – 2018. – №5 (85). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sohranenie-tsifrovogo-kulturnogo-naslediya-v-edinom-elektronnom-prostranstve-znaniy> (дата обращения: 01.02.2025).
4. Наймов В.Б. Проблемы цифрового сохранения культурного наследия: в поисках социально-правовых решений // Труды по интеллектуальной собственности (Works on Intellectual Property). – 2024. – Т. 51, № 4. – С. 37–50.
5. Анциферова П. А. Проблемы изучения росписей Знаменского кафедрального собора г. Кемерово // Сохранение и актуализация культурного наследия : тезисы докладов Всероссийской научной музеологической школы. 16–17 мая 2024 года. под ред. Т. Кимеевой – Кемерово: Кемеров. гос. ин-т культуры, 2024. – С. 67–70.

ПОЛУЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ КАК ФОРМИРОВАНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА

Бородин Данил Александрович

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

Научный руководитель: Козырева Марина Васильевна,

danilborodin1470@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается образовательный процесс как один из факторов развития человека. Значительное внимание уделено понятию «образования». Автор выделяет критерии образования в контексте формирования человеческого капитала. Сделана попытка выявить социокультурную связь между различными уровнями образования, в конечном итоге, влияющими на формирование профессиональной культуры. В работе отражено влияние различных видов знания на повседневную жизнь

Ключевые слова: повседневная жизнь, обучение, знание, потребность, профессиональные интересы, деятельность

EDUCATION'S ROLE IN HUMAN CAPITAL FORMATION

Borodin D. A., The Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev

Kozyreva M. V., The Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev

Abstract. The article considers the educational process as one of the factors of human development. Considerable attention is paid to the concept of "education". The author highlights the criteria of education in the context of human capital formation. An attempt is made to identify the socio-cultural relationship between different levels of education, ultimately influencing the formation of professional culture. The work reflects the influence of various types of knowledge on everyday life.

Keywords: daily life, education, knowledge, need, professional interests, activity.

Сегодня вовлечение общества в образовательный процесс является неотъемлемой частью образа жизни. Участие в данном процессе рассматривается не только как деятельность, направленная на формирование знания, но и, в своем большинстве, связано с профессиональным ростом в контексте становления профессиональных навыков, необходимых для реализации потребности в признании. В связи с этим в научной литературе понятие «образование» представлено как многоаспектное явление, рассматриваемое в различных плоскостях знания. Так, с точки зрения экономики, образование представляет собой процесс инвестиций в человека с целью повышения его знаний, навыков, умений и компетенций, что ведет к увеличению его производительности труда и вклада в экономический рост и общественное развитие [5].

Образование – это процесс систематического развития знаний, умений, навыков и компетенций, которые позволяют индивиду эффективно выполнять профессиональные и социальные роли, способствуя его личностному развитию и повышению его экономической ценности на рынке труда [13]; это непрерывный постоянный процесс, с помощью которого личность достигает своего наивысшего потенциала и стремления к интеграции и оптимизации сочетания текущих процессов, таких, как образование, поиск работы, трудоустройство, формирование навыков и развитие личности [7]; это комплексный процесс, который включает в себя не только приобретение знаний и навыков, но и развитие личностных качеств, ценностей, гражданской ответственности и культурного сознания, что позволяет индивиду стать активным, компетентным и ответственным членом общества, способным вносить вклад в его экономическое и социальное развитие [11].

Представленный спектр определений позволяет выявить следующие признаки, наиболее присущие исследуемой категории:

- 1) организационный процесс (социокультурный, экономический, когнитивный и т.д.);
- 2) перманентность;
- 3) взаимосвязь со всеми сферами жизнедеятельности в контексте удовлетворения потребностей.

Рассмотрев понятие «образование», обратимся к определению «человеческого капитала». В контексте исследования знаний как интеллектуальной собственности, на наш взгляд, целесообразно применить следующие дефиниции: «накопленные человеком знания и навыки представляют собой активы, реализуемые в его способности к производству новых активов»; «человеческий капитал состоит из приобретенных знаний, навыков, мотиваций и энергии, которыми наделены человеческие существа и которые могут использоваться в течение определенного времени в целях производства товаров и услуг» [см.: 2, с. 24].

Из представленного определения человеческого капитала мы понимаем, что знания являются фундаментальным компонентом человеческого капитала. Так, знание – это совокупность информации, фактов, умений, навыков и опыта, которыми обладает человек и которые, в свою очередь, позволяют ему понимать, интерпретировать, анализировать и действовать в различных ситуациях. Знание не сводится только к запоминанию фактов; оно включает в себя понимание связей, умение применять информацию, способность решать проблемы и адаптироваться к новым условиям [6].

Классификация знаний служит важным инструментом для понимания их роли и применения в различных сферах профессиональной деятельности. По нашему мнению, знание как структурная единица образования начинает непосредственно формироваться в средней школе, являясь своего рода первым этапом в сложном деятельном процессе – формировании человеческого капитала. Классификация знаний важна не только для деления наук (предметов) в системе образования. Именно знание, его вид, позволяет определить профессиональные интересы индивида еще со школьной скамьи.

Гуманитарные знания охватывают широкий спектр дисциплин, связанных с изучением человеческого опыта, культуры и общественных процессов. Основными областями, которые относятся к гуманитарным наукам, являются история, философия, социология, психология, литература и искусствоведение. Эти знания стремятся понять и объяснить человеческое поведение, социальные структуры и культурные явления.

Технические знания связаны с точными науками и прикладными дисциплинами. Они охватывают математику, физику, химию, инженерию и информационные технологии. Эти знания обладают более строгими количественными характеристиками и базируются на научных методах изучения, включая эксперименты, моделирование и анализ данных. Технические знания ориентированы на решение конкретных задач, создание технологий и процессов, которые могут быть применимы в практике.

Естественнонаучные знания относятся к исследованиям, связанным с природными явлениями и процессами. Это область охватывает биологию, геологию и экологию, которые помогают понять закономерности, действующие в природе, и способствуют разработке стратегий по охране окружающей среды.

Социальные знания фокусируются на изучении человеческих обществ и их динамики. Например, экономика изучает, как распределяются ресурсы, а антропология исследует культурные различия между народами. Прикладные знания, в свою очередь, направлены на использование теоретических основ в реальной практике, находя применение в таких областях, как менеджмент, маркетинг и педагогика [3].

С самых ранних лет ребенок начинает осваивать знания, получая их из различных источников. Например, он знакомится с миром через наблюдение, общение с другими людьми и взаимодействие с объектами природы. Важную роль в этом процессе играют родители и окружающие, которые помогают ребенку развивать базовые навыки и понимание. Сначала знания формируются в виде простых элементов, а затем углубляются и усложняются по мере роста и развития индивида. Вступление в формальные образовательные учреждения способствует структурированному обучению, где знания передаются через программы, основанные общеобразовательных стандартах. Учебные заведения всех уровней образования обеспечивают системное обучение, на основе которого индивиды осваивают комплексные теории и практики. Это происходит в рамках различных дисциплин, включая математику, языки, искусство.

Одним из примеров можно привести ОГЭ и ЕГЭ. Они оказывают сложное и многогранное влияние на формирование человеческого капитала в России. Во-первых, ОГЭ и ЕГЭ вводят единые стандарты оценки знаний и умений выпускников, что обеспечивает более прозрачную и объективную систему отбора для дальнейшего обучения. Это способствует более справедливому распределению возможностей для поступления в вузы и колледжи, независимо от географии проживания или социального статуса. Во-вторых, способствуют развитию конкурентной среды среди школьников, что стимулирует их к самосовершенствованию и повышению уровня знаний. Конкуренция за высокие баллы может мотивировать к углубленному изучению предметов и более ответственной подготовке. В-третьих, подготовка к ОГЭ и ЕГЭ учит учащихся работать в стрессовых ситуациях, правильно распределять время, анализировать информацию и применять знания на практике. Эти навыки могут быть полезны не только в учебе, но и в будущей профессиональной деятельности.

Однако не все знания формируются в рамках формального образования. Неформальное образование и самостоятельное обучение также играют значительную роль в процессе формирования знаний. Эти пути могут включать чтение книг, просмотр образовательных видео, участие в семинарах или онлайн-курсах, практическое изучение навыков и обмен опытом с другими людьми. Самостоятельное изучение становится особенно актуальным в условиях быстро меняющегося мира, где новые знания и навыки необходимо осваивать для социокультурной адаптации к современным требованиям.

Процесс формирования знаний включает в себя важный аспект, связанный с информационным окружением. Доступ к информации в наше время стал более легким благодаря Интернету и цифровым технологиям. Тем не менее, важно уметь критически оценивать источники информации и проводить анализ

получаемых данных. Неправильная интерпретация или отсутствие критического мышления могут привести к формированию первых неправильных знаний, что в будущем может сказаться на процессе обучения. Формирование знаний во многом зависит также от контекста. Культура, экономика и социум имеют значительное влияние на то, какие знания считаются важными и ценными в конкретной среде. Например, в одних странах акцент делается на технические навыки, в то время как в других – более важны гуманитарные науки и креативные подходы. Кроме того, разных людей могут интересовать различные области знаний в зависимости от их личных предпочтений и жизненных обстоятельств [8].

Обратимся к профессиональному знанию. Профессиональное знание — это совокупность знаний, умений и навыков, необходимых для выполнения определенных профессиональных задач. Оно основано на специализированной информации, получаемой на протяжении формального обучения и практической деятельности, и играет ключевую роль в успешной карьере и профессиональном развитии. В основе формирования профессионального знания заложен учебный процесс и социокультурный опыт, который работник накапливает в процессе осуществления в своей деятельности. Первоначально включает в себя базовые знания, полученные в ходе образовательных программ, в рамках образования, в том числе дополнительного и повышения квалификации. Здесь студенты изучают теорию, методы работы, принципы и стандарты, характерные для своей потенциальной профессии. Это знание становится основой для дальнейшего профессионального роста и развития. Практическая часть профессионального знания основывается на опыте, получаемом в процессе работы. Это включает в себя освоение специфических для данной профессии навыков, понимание процессов и технологий, необходимых для успешного выполнения задач. Практика позволяет адаптироваться к динамике работы, осваивать новые инструменты и методологии, что в свою очередь, повышает уровень квалификации работника [4].

Знания, полученные в ходе изучения различных дисциплин, непосредственно влияют на повседневную жизнь людей, формируя их мировосприятие и мировоззрение. Как гуманитарные, так и технические знания играют важную роль в повседневной деятельности и принятии решений. Гуманитарные дисциплины, такие как литература, язык и право, оказывают значительное влияние на нашу повседневную жизнь. Например, изучение литературы развивает способность к анализу текстов. Чтение художественных произведений позволяет лучше понять человеческие эмоции, социальные проблемы и культурные контексты. Так, роман или поэзия может обогатить внутренний мир человека, способствуя эмпатии и культурному обмену.

Язык как средство общения также играет важную роль в повседневной жизни. Умение выражать свои мысли и идеи четко и грамотно позволяет лучше взаимодействовать с окружающими, что совершенно необходимо в личной и профессиональной сферах. Владение различными языками открывает доступ к международной коммуникации, путешествиям и новым возможностям на рынке труда. Выучив иностранный язык и его лингвистические особенности, человек может глубже понять и использовать его в разных контекстах. Право, как часть гуманитарных наук влияет на повседневную жизнь через понимание прав и обязанностей граждан. Знание основ законодательства позволяет людям сравнивать формально установленные нормы с фактическим поведением, а также защищать свои интересы. Например, осознание прав потребителя помогает избежать мошенничества, а знание трудового законодательства – защитить свои права на рабочем месте. Образованные граждане способны активно участвовать в социокультурных процессах и принимать осознанные решения в области реализации гражданских прав и гарантий [1, 10, 12].

Технические дисциплины, такие как физика, математика и информатика также оказывают глубокое влияние на повседневную жизнь, формируя различные навыки. Знания, полученные в области математики, помогают справляться с финансовыми задачами, такими как составление бюджета или инвестиции. Умение работать с числами и графиками существенно важно для понимания экономических процессов и принятия обоснованных решений. Физика и химия сыграли важную роль в развитии технологий, которые мы ежедневно используем. Понимание основ этих наук позволяет людям лучше осознавать, как работают бытовые приборы, автомобили и различные новшества, такие как смартфоны и компьютеры. Это знание не только улучшает качество жизни, но и укрепляет уверенность в использовании технологий. Информатика в современном мире стала краеугольным камнем повседневной жизни. Владение основами программирования и понимание работы компьютеров и программ позволяют пользователям не только эффективно справляться с профессиональными задачами, но и вести активную жизнь в цифровом пространстве. Знания в области информационных технологий способствуют безопасности в интернете и умению управлять личными данными [9].

Таким образом, знания, полученные в гуманитарных и технических дисциплинах, пронизывают все сферы повседневной жизнедеятельности. Они обогащают наше мировосприятие, улучшают навыки общения и критического анализа, а также обеспечивают техническую грамотность и уверенность. Эти знания формируют наше поведение и укрепляют способность адаптироваться к быстро меняющимся условиям современного мира.

Список источников:

1. Булгакова, Е. В. Влияние гуманитарной подготовки студентов технического вуза на их профессиональное становление / Е. В. Булгакова // Вестн. Том. гос. ун-та. – 2007. – № 302. – С. 193-196.

2. Брюхов, А. М. Научный анализ понятий «человеческий капитал» и «управление человеческим капиталом» / А. М. Брюхов // Челябинский гуманитарий. – 2012. – № 1(18). – С. 23-26.
3. Денисова, Л. В. Систематика знания и модели классификации наук / Л. В. Денисова // Научный вестник Омской академии МВД России. – 2012. – № 1(44). – С. 60-64.
4. Ефремов, Е. Г. Ключевые характеристики профессиональных знаний и их место в профессиональной деятельности / Е. Г. Ефремов, М. Ю. Смирнов, С. В. Шмачилина-Цибенко // Психопедагогика в правоохранительных органах. – 2020. – № 2(81). – С. 218-225.
5. Комаров, А. В. Роль образования в формировании человеческого капитала в современной России / А. В. Комаров // Гуманитарные науки. Вестник Финансового университета. – 2017. – № 3(27). – С. 83-88.
6. Костромина, С. Н. Информация и знание: подходы к пониманию процессов усвоения информации и формированию знаний в обучении / С. Н. Костромина, Д. С. Гнедых // Вестник Ленинградского государственного университета им. А.С. Пушкина. – 2015. – Т. 5. – № 2. – С. 5-14.
7. Носкова К. А. Формирование, накопление и развитие человеческого капитала [Электронный ресурс] / К. А. Носкова // Гуманитарные научные исследования. – 2013. – № 5. – С. 30. – Режим доступа: <https://human.snauka.ru/2013/05/3033> (дата обращения: 24.01.2025).
8. Судова, Т. Л. Обучение в течение жизни: возможности и проблемы / Т. Л. Судова, М. С. Ширишкова // Медицина и организация здравоохранения. – 2022. – Т. 7. – № 3. – С. 69-82
9. Учебная литература по инженерным дисциплинам: системная дидактика, методика и практика проектирования / А. А. Дорофеев. – Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. – 398 с.
10. Формирование социально-гуманитарной компетенции в современной системе подготовки педагогических кадров: учебное пособие. - 2-е издание, стереотипное. – Москва : Издательство «ФЛИНТА», 2016. - 246 с.
11. Холина, Л. И. Человеческий капитал и образование как его главная составляющая / Л. И. Холина, Р. Р. Аколупина // ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика. – 2009. – № 1. – С. 122-133.
12. Цвык, В. А. Роль социально-гуманитарных наук в формировании профессионала / В. А. Цвык // Вестник РУДН. Серия: Социология. 2007. – № 1(11). – С. 34-44.
13. Ширинкина, Е.В., Бакиев С.Л. Роль высшего образования в формировании человеческого капитала А / Е. В. Ширинкина, С. Л. Бакиев // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 10-1. – С. 223-227.

ЮНГИАНСКИЕ АРХЕТИПЫ В ПЯТИКНИЖИИ Ф.М. ДОСТОЕВСКОГО

Букина Елизавета Константиновна

Кемеровский государственный институт культуры

Научный руководитель: Попова Наталья Сергеевна, канд. искусствоведения, доцент

bukinalisa22@gmail.com

Аннотация. Исследование посвящено созданию психологической типологии героев Ф.М. Достоевского, основываясь на анализе их личностных качеств и поведенческих стереотипов. Такой подход углубляет понимание внутренних конфликтов персонажей и выявляет закономерности их взаимодействий. Работа опирается на достижения в области психологии и социологии, что придает ей актуальность в контексте современных научных исследований. Разработан буклет для экскурсий в дом-музей Достоевского, обогащающий восприятие посетителей и делающий экскурсии более познавательными.

Ключевые слова: экскурсионное дело, литература, Сибирь, Кузбасс, Ф.М. Достоевский, типология

JUNGIAN ARCHETYPES IN THE PENTATEUCH F.M. DOSTOEVSKY

Bukina E. K., Kemerovo State Institute of Culture

Popova N. S., Ph.D. art history, associate professor, Kemerovo State University of Culture

Abstract. The research is devoted to the creation of a psychological typology of F. M. Dostoevsky's heroes based on the analysis of their personal qualities and behavioral stereotypes. This approach deepens the understanding of characters' inner conflicts and reveals the regularities of their interactions. The work is based on the achievements in the field of psychology and sociology, which makes it relevant in the context of modern scientific research. A booklet for excursions to Dostoevsky's house-museum is developed, which enriches visitors' perception and makes excursions more informative.

Keywords: excursion business, literature, Siberia, Kuzbass, F.M. Dostoevsky, typology.

Фёдор Михайлович Достоевский создал галерею сложных и многогранных персонажей, чья психология и поведение глубоко связаны с социальными условиями и внутренними конфликтами. В его романах, таких как «Преступление и наказание», «Идиот» и «Бесы», каждый герой представляет собой уникальный психологический тип, который отражает определённую модель поведения и мировоззрения. Исследование посвящено созданию психологической типологии героев Достоевского, основанной на анализе их личностных качеств и поведенческих стереотипов. Этот подход позволяет глубже понять мотивы и внутренние конфликты персонажей, а также выявить закономерности их взаимодействия друг с другом и обществом. Благодаря исследованиям Карла Юнга [5], Аушры Аугустинавичюте [2, с.39], Изабель Бриггс-Майерс и ее матери Кэтрин Бриггс [3, с.320], данное исследование имеет доказательную базу в сфере психологии, социологии, а также экономики. Актуальность исследования обусловлена растущим интересом к творчеству Достоевского среди современных учёных и читателей. Традиционные подходы к изучению его произведений уже не всегда способны удовлетворить потребности современного научного сообщества, поэтому необходимы новые методы и подходы. Кроме того, создание буклета о типах личности в романах Достоевского придаст экскурсиям в Литературно-мемориальном музее Ф. М. Достоевского научный контекст и сделает их более насыщенными и познавательными для всех участников.

Список источников:

1. *Journal of Psychological Type (JPT)*. — URL: <https://www.capt.org/research/psychological-type-journal.htm> (дата обращения: 21.01.2025)
2. Аугустинавичюте, А. О дуальной природе человека / А. О. Аугустинавичюте. — К. : Издательство Международного института соционики, 1997. — 39 с.
3. Майерс, И. MBTI. Определение типов. У каждого свой дар / И. Майерс, П. Майерс — М: Издательство: «Бизнес Психологи», 2010. — 320 с.
4. Фёдор Михайлович Достоевский. Антология жизни и творчества: официальный сайт. — URL: <https://fedordostoevsky.ru> (дата обращения: 21.01.2025).
5. Юнг, К. Г. Психологические типы под ред. В. Зеленского; пер. С. Лорие. — СПб. : Азбука, 2001. — URL: <http://lib.ru/PSIHO/JUNG/psytypes.txt> (дата обращения: 21.01.2025)

ОСОБЕННОСТИ ТУРИСТИЧЕСКОГО МАРШРУТА НА ТЕМУ «ХРАМ СВ. ПРАВ. ИОАННА КРОНШТАДТСКОГО»

Воронова Анастасия Константиновна

Кемеровский государственный институт культуры

Научный руководитель: Попова Наталья Сергеевна, канд. искусствоведения, доцент

vranask@yandex.ru

Аннотация. Авторами представлен туристический маршрут на тему «Храм св. прав. Иоанна Кронштадтского» и его особенности. В тексте представлены технологическая карта экскурсии, карта-схема маршрута и содержание контрольного текста. Актуальность заключается в важности ознакомления населения с важными архитектурными памятниками, историей и искусством родного края.

Ключевые слова: туристический маршрут, экскурсия, Кемеровская область-Кузбасс, православный храм Кузбасса, храм св. прав. Иоанна Кронштадтского

FEATURES OF THE TOURIST ROUTE ON THE THEME “ST. JOHN OF KRONSTADT CHURCH”

Voronova A. K., Kemerovo State Institute of Culture

Popova N. S., PhD in Art History, Associate Professor, Kemerovo State University of Culture

Abstract. The authors present a tourist route on the theme “The Temple of St. Peter. St. John of Kronstadt” and its features. The text contains a technological map of the tour, a route map and the content of the control text. The relevance lies in the importance of familiarizing the population with important architectural monuments, history and art of their native land.

Keywords: tourist route, excursion, Kemerovo region-Kuzbass, Orthodox church of Kuzbass, Church of St. Peter. St. John of Kronstadt.

Технологическая карта экскурсии:

Вид экскурсии: Культурно-познавательный, экскурсионный маршрут.

Продолжительность (ч): Путь в заданную точку и обратно – ок. 3 ч., экскурсия – ок. 2 ч., свободное время - ок. 1 ч.

Протяжённость (км): Ок. 50 км.

Цель экскурсии: Ознакомление с памятником историко-культурного наследия, храмом второго Кемеровского благочиннического округа Кемеровской епархии, главным православным храмом города Берёзовский. Повышение уровня знаний в области истории родного края, архитектуры, искусства и религии (православия).

Задачи экскурсии:

Рассказать о житии св. прав. Иоанна Кронштадтского;

Познакомить с историей строительства и становления храма св. прав. Иоанна Кронштадтского города Берёзовский;

Рассказать об архитектурных особенностях храма и об его убранстве.

Маршрут экскурсии:

Откуда: г. Кемерово - Железнодорожный вокзал, большая автобусная остановка перед ним / Д/п Центральный / Кемеровский государственный институт культуры;

Куда: г. Берёзовский - Храм св. прав. Иоанна Кронштадтского.

Дата составления: 20.01.2025.

Автор-составитель: Воронова Анастасия Константиновна.

Содержание контрольного текста экскурсии:

В автобусе, на пути в город Берёзовский, экскурсовод здоровается и приветствует гостей. Даёт необходимую информацию об экскурсии, автобусе и самой поездке. Знакомит гостей с темой экскурсии и рассказывает о плане повествования: «Тема нашей экскурсии: «Храм святого праведного Иоанна Кронштадтского». Я расскажу вам про строительство и становление данного храма, об особенностях его внешнего и внутреннего убранства, проведу стилистический анализ сооружения и его живописного убранства. Чем необычен данный храм? А тем, что он является отличным и интересным примером того, как современные зодчие отклоняются от традиций в строительстве православных церквей в сторону новаторства. И нам сегодня предстоит узнать эти особенные архитектурные черты».

По приезде в город Берёзовский, за 30 минут до приезда в конечную точку, экскурсовод начинает рассказывать запланированный материал: «Уважаемые гости, мы прибыли в город Берёзовский, до храма св. прав. Иоанна Кронштадтского осталось около 30 минут. Данное церковное сооружение, является единственным храмом в Кузбассе, освящённым в память почитаемого православными христианами святого Иоанна Кронштадтского. Кто же такой святой праведный Иоанн Кронштадтский?». Экскурсовод рассказывает о бытии Иоанна Кронштадтского, его жизни, подвигах и канонизации.

По приезде на территорию храма, экскурсовод повествует о строительстве и становлении храма св. прав. Иоанна Кронштадтского и о рядом стоящем крестильном храме во имя свт. Иоанна, митрополита Тобольского.

Затем, подойдя к храму, экскурсовод проводит стилистический анализ религиозного сооружения и его внешнего убранства. Здесь же выделяются внешние архитектурные особенности храма и рассматривается мозаика на апсиде храма: «В плане здание имеет форму вытянутого куба с округлёнными углами, к которому прилегают 6 цилиндров (это 4 башни, притвор и абсида). Здание симметрично. Всего храм имеет 7 глав, из которых 5 главных куполов. Вид куполов - шлемовидный и луковичный. Все большие купола, кроме центрального, выполнены в тёмно-зелёном цвете. Центральный же покрыт золотыми пластинками, как и маленькие купола. Маленькие барабаны на куполах глухие, а большие - световые. Крыши выполнены из того же зелёного строительного материала, что и купола. Храм имеет много окон разных размеров и форм. Здание построено из кирпича красного цвета и по всей поверхности покрыто рельефными, перспективными рисунками из кирпича. Всё это наталкивает на вывод о стиле храма – это определённо эклектика. На апсиде со стороны улицы расположена мозаика - икона св. прав. Иоанна Кронштадтского. Она вписана в оконный проём и вокруг ограничена рамкой из кирпича. Святой изображён на золотом фоне, анфас, орудно, в одеянии священника и с золотым нимбом, правой рукой указывающий на потир в левой руке. Тессеры мелкие, разной формы. Под мозаикой в стене вмонтирован закладной камень. Храм имеет 3 главных входа и 3 запасных. Все 3 главных входа представляют собой двухстворчатые деревянные двери, декоративно оформленные под оконную раму с помощью деревянных и металлических элементов. В центре сверху располагается узорчатый христианский крест. Вокруг дверей выстроен кирпичный перспективный портал. К каждому входу ведёт дугообразная паперть».

Затем экскурсовод с группой заходят в храм. Экскурсовод проводит анализ внутреннего пространства и убранства храма, рассматривает фрески и иконы: «При входе в храм, мы попадаем в просторный притвор, который имеет стеклянный вход в главный зал, в церковную лавку и на винтовую лестницу. На втором этаже храма над притвором расположен хор. Возле левой стены притвора располагается канун, хотя обычно он располагается в средней части храма. Рассмотрим главный зал. Данный храм, в отличие от большинства православных церквей, внешне оформлен более красиво и изысканно, чем внутренне, что создаёт некий парадокс. В главном зале есть только одна фреска - это фреска купола. Роспись всего храма выполнял Евгений Тищенко - сибирский художник монументального искусства. В его творческом багаже есть росписи и мозаики таких православных кемеровских храмов, как Знаменский кафедральный собор, часовня Георгия Победоносца и часовня Варвары Великомученицы. Все остальные поверхности покрыты белой штукатуркой. В зале нет ни колон, ни арок, поэтому помещение очень просторное. Всего на стенах размещено 23 иконы: 9 на левой стене и 14 на правой. В основном это иконы небольшого размера. Некоторые, к сожалению, находятся в очень запущенном состоянии. Фреска на куполе представляет собой каноничный сюжет. В центре изображён Пантократор. В левой руке он держит книгу, а правой благословляет Вселенную. Изображение Христа Вседержителя выстроено в обратной перспективе. Вокруг Христа имеется пояс с текстом, который в переводе звучит так: «Свят, Свят, Свят, Господь Саваоф, исполнь небо и земля славы Твоя». Это «Серафимская песнь». Окружают Христа 12 Серафимов красных и жёлтых цветов. В барабане купола под оконным поясом в медальонах изображены 10 святых - прародителей человечества из Ветхого Завета (справа налево от верхней точки): Сиф, Мелхиседек, Мафусаил, Енос, Авель, Адам, Ева, Енох, Иаред и Ной. Оконный пояс расписан различными узорами красного, зелёного и жёлтого цветов. Все изображения написаны на голубом фоне, что олицетворяет небеса и стремление к Богу. Рассмотрим главный зал дальше. Пол покрыт бежевой мраморной плиткой. По всему залу расставлены золотые лампы. В данном храме мало золотого цвета, из-за чего он выглядит больше «невинно», чем роскошно. Напротив амвона располагается центральный аналой с «Минейной иконой на Июнь». Слева стоят 4 боковых аналоя, на который располагаются: мощевик, 2-е иконы «Богородицы с младенцем» и икона Луки Крымского. Слева от них стоит большая икона в киоте с изображением Архангела Михаила. Правее от амвона расположились 3 аналоя-тумбы с иконами Артемия Веркольского, Богородицы с младенцем и Ксении Петербургской. Справа от них стоит большая икона в киоте с изображением Иоанна Кронштадтского и «Распятие». В левом и правом углу зала размещены две металлические хоругви с изображением Иисуса Христа и Богородицы с младенцем. Перейдём к иконостасу. Он выполнен курскими мастерами из тёмного дерева и состоит из 4-ёх ярусов. Рассмотрим каждый (сверху вниз): 1 ярус немного отходит от канона, поскольку вместо привычных образов святых, здесь присутствуют изображения Серафимов. В центре же привычная икона «Святой Троицы». Венчается данный ярус деревянным крестом. 2 ярус – это деисусный чин. Главным образом в этом ряду является центральная икона «Спас в силах». Слева от неё

изображена Богородица, а справа - Иоанн Предтеча. Эти 3-и иконы являются деисисом. С обеих сторон от деисиса изображены архангелы - Михаил и Гавриил, апостолы - Пётр и Павел, и другие святые. 3 ярус - праздничный чин. Здесь располагаются небольшие иконы двенадесятих и великих праздников - основных событий жизни Христа и Богородицы. Самый нижний, 4 ярус - местный чин. Состоит из икон местночтимых святых, царских и диаконских врат. На царских вратах изображены 4 Евангелиста и сюжет Благовещения. Справа от врат икона Спасителя, слева - Богородицы. На диаконских вратах изображены князья Дмитрий Донской и Александр Невский. Правее от южной двери находится местная икона - изображение Иоанна Кронштадтского. А правее от неё икона святой княгини Ольги. Левее северных ворот изображены Варвара Илиопольская и святой князь Владимир».

После чего, делаются выводы: «Таким образом, Берёзовский храм св. прав. Иоанна Кронштадтского – является примером того, как современные зодчие отклоняются от традиций в сторону новаторства, но при этом, в основном, соблюдают требования канона. К таким особенностям относятся: необычный план здания и его симметричность, сочетание стилей (эkleктика) во внешних формах, отсутствие трапезной и колокольни, сочетание красных кирпичных стен и зелёных куполов, наличие мозаики с местной иконой на апсиде со стороны улицы, простота («невинность») в интерьере, четырёхъярусный иконостас и нестандартное расположение кануна».

Затем экскурсия заканчивается, и экскурсанты задают интересующие их вопросы.

Уникальность и актуальность данного маршрута заключается в том, что гостям предоставляется возможность расширить круг знаний об истории, искусстве и религиозной жизни их родного края, что развивает патриотизм и поднимает уровень знаний населения.

Список источников:

1. Второе Кемеровское благочиние: сайт. – URL: <https://kemerovo-2.blaqochin.ru/2017/10/06/prihod-hrama-pravednogo-ioanna-kronshtadtskogo-g-beryozovskij-20/> (дата обращения: 20.01.2025). – Текст : электронный.
2. Интервью настоятеля храма протоиерея Андрея Симора. URL: <https://youtu.be/almvHWncmNw?si=AwUGq7B1H3FOxfOZ> (дата обращения: 20.01.2025).
3. Храм святого преподобного Иоанна Кронштадтского г. Берёзовский [<https://club140470090.vsite.pro/>].
4. Храм святого Преподобного Иоанна Кронштадтского города Берёзовского: сайт. – URL: <http://berozovskiy-hram.prihod.ru/> (дата обращения: 20.01.2025). – Текст : электронный.
5. Biblioteka3.ru: сайт. – Москва, 2011 – URL: http://www.biblioteka3.ru/biblioteka/ioann_kron/zhitie.html (дата обращения: 20.01.2025). – Текст : электронный.
6. Симора Андрей, протоиерей. Интервью с настоятелем храма святого праведного Иоанна Кронштадтского г. Берёзовский 08.04.2024 г. вела А. К. Воронова // Личный архив А. К. Вороновой.

ПРОЕКТ «НРАВСТВЕННО-ДУХОВНОЕ ВОСПИТАНИЕ МОЛОДЕЖИ ПОСРЕДСТВОМ ЛИРИКИ В. ВЫСОЦКОГО»

Гуликовский Кирилл Олегович

Кемеровский государственный институт культуры

Научный руководитель: Лушпей Анастасия Александровна, к. филол. н.

lshonon@gmail.com

Аннотация. Цель создания проекта – актуализация аксиологической картины мира современной молодежи посредством анализа и популяризации творчества одного из ярких представителей культуры XX века, Владимира Высоцкого. Уникальность содержания его лирических текстов позволяет использовать при формировании контента мероприятий не только текстовые, но и аудио-, видеоматериалы. Проект предполагает сотрудничество с учреждениями культуры и общеобразовательными учреждениями Кемеровской области-Кузбасса в том числе и в рамках реализации государственной программы «Пушкинская карта».

Ключевые слова: лирика, патриотизм, нравственность, духовность, молодежь.

THE PROJECT "MORAL AND SPIRITUAL EDUCATION OF YOUTH THROUGH V. VYSOTSKY'S LYRICS"

Gulikovskiy K. O., Kemerovo State Institute of Culture

Lushpey A. A., Candidate of Philology, Kemerovo State Institute of Culture

Abstract. The purpose of the project is to actualize the axiological picture of the world of modern youth through the analysis and popularization of the work of one of the brightest representatives of the culture of the XX century, Vladimir Vysotsky. The uniqueness of the content of his lyrical texts makes it possible to use not only text, but also audio and video materials when forming the content of events. The project involves cooperation with cultural institutions and educational institutions of the Kemerovo region-Kuzbass, including within the framework of the implementation of the state program "Pushkin Map".

Keywords: lyrics, patriotism, morality, spirituality, youth.

Работа с молодежью предполагает широкое поле потенциального взаимодействия не только в рамках сугубо образовательного процесса, но и в мероприятиях, которые организуют в том числе и студенты творческих вузов. Проект «Духовно-нравственное воспитание молодежи посредством лирики В. Высоцкого» разработан в контексте уже реализованных мероприятий различного уровня. В дискурсе, посвященном описанию такого рода деятельности, зачастую отмечается, что «на современном этапе развития Российская Федерация проводит системную государственную политику, направленную на сохранение и укрепление традиционных российских духовно-нравственных ценностей» [1, с. 192]. Именно поэтому изучение и анализ лирических произведений В. Высоцкого приобретает особое значение при работе со школьниками, ведь затрагиваемые темы близки и понятны большинству русскоязычных подростков в период становления и определения своей траектории. «Концепты *судьба* и *путь* в поэзии В. С. Высоцкого реализуются как целостный трагический мотив – трагический потому, что поэт на своем пути одинок, а свобода выбора призрачна» [2, с. 216].

Актуальность проекта, таким образом, обусловлена проблемой нравственного кризиса в современном обществе, девальвацией духовных ценностей, необходимостью формирования у молодежи высоких нравственных качеств, гражданской ответственности, патриотизма и потребностью в использовании эффективных и интересных для молодежи методов нравственного воспитания. В задачи проекта входят организация изучения биографии и творчества В. Высоцкого, в том числе анализ нравственной проблематики лирики В. Высоцкого и выявление духовно-нравственных ценностей, отраженных в произведениях В. Высоцкого; разработка и проведение мероприятий, направленных на популяризацию творчества В. Высоцкого среди молодежи.

К перспективам проекта следует отнести расширение целевой аудитории, включение в проект новых форм и методов работы, установление партнерских связей с другими организациями, занимающимися нравственным воспитанием молодежи; создание интернет-ресурса, посвященного творчеству В. Высоцкого в аспекте духовно-нравственного воспитания, разработка и издание методических материалов для использования в образовательном процессе.

Список источников:

1. Бродовская, Е. В. Патриотическое воспитание молодежи в Российской Федерации: опыт Дальневосточного федерального округа / Е. В. Бродовская, Г. В. Куранов, А. С. Нода // Власть. – 2025. – № 1. – С. 192-196.
2. Волкова, Н. В. Концепты Судьба и Путь в поэзии В.С. Высоцкого / Н. В. Волкова // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Филология. – 2013. – № 1. – С. 216-121.

РАЗВИТИЕ ЖАНРА «КАБАРЕ» В РОССИИ: ОТ ИСТОКОВ К СОВРЕМЕННОСТИ

Казаков Данил Денисович

Российский государственный институт сценических искусств

Научный руководитель: Саблин Кирилл Сергеевич, к.э.н., доцент

danchi.69@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается развитие жанра «кабаре» в России, его истоки, трансформации и влияния, оказанные на отечественную культуру. Кабаре, как уникальное театрализованное поприще, зародилось в начале XX века и стало ответом на стремительные изменения социально-политической обстановки в стране. Анализ, как кабаре отражает дух времени, интегрируя элементы музыки, танца и сатиры, предоставляя платформу для самовыражения и критики. Особое внимание уделяется ключевым фигурам русского кабаре, а также их вкладу в жанр. Раскрываем влияние исторических событий, таких как революция и войны, на изменение тематики и стиля кабаре, что создало уникальную русскую интерпретацию этого жанра, отличающуюся от западных аналогов.

Ключевые слова: кабаре, история кабаре, русское кабаре, театральное искусство, музыка, танец, сатира, самовыражение, критика, влияние на культуру.

DEVELOPMENT OF THE CABARET GENRE IN RUSSIA: FROM ORIGINS TO THE PRESENT DAY

Kazakov D. D., Russian State Institute of Performing Arts

Sablin K. S., Ph.D. in Economics, Associate Professor, Russian State Institute of Performing Arts

Abstract. This article examines the development of the cabaret genre in Russia, its origins, transformations and influences on domestic culture. Cabaret, as a unique theatrical field, emerged in the early 20th century as a response to the rapidly changing socio-political situation in the country. An analysis of how cabaret reflects the spirit of the times, integrating elements of music, dance and satire, providing a platform for self-expression and criticism. Particular attention is paid to the key figures of Russian cabaret and their contribution to the genre. We reveal the influence of historical events such as revolution and wars on changes in the subject and style of cabaret, which created a unique Russian interpretation of this genre, different from its Western counterparts.

Keywords: cabaret, history of cabaret, Russian cabaret, theatrical art, music, dance, satire, self-expression, criticism, influence on culture.

На сегодняшний день жанр Кабаре, обладая своей сатирической сущностью и способностью отражать действительность, открывает широкие горизонты для роста в современной России. Захватывающее и необычное «шоу» в рамках независимых театральных инициатив доказывает, что театр в России сегодня представляет собой нечто большее – он активно развивается, двигаясь в уникальном направлении, адаптируя и трансформируя «мировые» формы театрализованных выступлений. Поддержка таких инициатив является ключевым фактором в формировании свободного и независимого искусства, способного к смелым и экспериментальным решениям.

Эволюция частного театра в России, в частности через призму жанра «кабаре», представляет собой интересное явление в культурной жизни страны. Кабаре как вид отечественного театрального искусства начало развиваться в начале XX века, когда общество искало новые формы самовыражения и развлечения в условиях социальной нестабильности и политических перемен. Частные театры, действуя в роли смелых экспериментаторов, стали пространствами для новаторских идей и креативных интерпретаций традиционных театральных форм.

На первый взгляд, может показаться странным, что потребовался целый век, чтобы культура Кабаре смогла утвердиться в России, учитывая успех за рубежом. Но, удивительно, что лишь в 2019 году в Москве открылся полноценный театр данного жанра – «Crave», идея которого задолго до этого привлекала внимание любителей необычных представлений. Это указывает на то, что современная публика пока еще не совсем готова полностью воспринимать такие Шоу на глубоком уровне, ограничиваясь в популяризации жанра.

Когда свобода выражения может подвергаться ограничениям, жанр Кабаре предоставляет завуалированный и метафоричный язык для обсуждения актуальных вопросов. Слияние юмора и иронии с богемной эстетикой и джазовой музыкой создаёт средство для обсуждения тем, которые трудно поднять в

публичной дискуссии. Однако стоит подчеркнуть, что потенциал Кабаре в российской культуре может реализовываться только в условиях полного свободного искусства, особенно в «открытых» театрах. То есть, сохраняя специфику данного жанра, трудно реализовать идеи в отечественных театрах. Избыточная цензура и давление на независимые творческие проявления могут существенно затруднить существование этого сложного жанра, лишая его возможности выполнять важные социальные функции. В России данный жанр имел свои отличия от западного формата. Он выделялся большей интеллектуальной насыщенностью и часто включал в себя элементы сатиры и социальной критики. Кабаре-шоу служили платформой для выражения политических и социальных идей, а также для обсуждения насущных вопросов. Эволюция частного театра в стране, иллюстрируемая жанром «Кабаре», демонстрирует, как этот формат приобрел популярность и стал средством для выражения разнообразных взглядов и мнений [5, с. 215].

Следует подчеркнуть, что многие люди часто путают «Бурлеск» и «Кабаре». Бурлеск представляет собой театральное шоу или номер, в котором активно применяются юмор, пародия и эротические элементы, обычно с участием артистов в травести. Основной чертой бурлеска является сатирическое изображение различных сторон жизни, зачастую с элементами переосмысления и иронии. В отличие от Бурлеска, Кабаре представляет собой уютное «кафе-театр», где исполнители демонстрируют песни, танцы и комичные сценки, погружая зрителей в атмосферу близкой интимности. Важную роль в обоих жанрах играют костюмы и персонажи. В бурлеске артисты нередко используют необычные и яркие наряды, с переодеваниями и эротическими аспектами, а персонажи могут выглядеть карикатурно и сатирично. В кабаре же главный акцент делается на музыкальную составляющую, а костюмы персонажей, как правило, более классические и стильные. Хотя оба жанра являются формами развлекательного искусства, каждый из них обладает уникальными чертами, делающими их привлекательными для аудитории. Важно отметить, что отделяя Бурлеск от Кабаре, можно увидеть, как исторически они развивались в разных условиях и форматах. Бурлеск, со своими корнями в XIX веке, появился как форма развлечения, направленная на критику социальных норм и политических реалий того времени. Артисты использовали юмор и иронию, чтобы высмеивать власть и общественные стереотипы, что делало представления не только развлекательными, но и провокационными.

В отличие от Бурлеска, Кабаре возникло в контексте более легких и непринужденных вечеров в театре и кафе, обходясь без резкой сатиры. Важным элементом кабаре является взаимодействие с публикой, создавая атмосферу близости и вовлеченности. Артисты в кабаре часто берут на себя роли, которые выделяют их индивидуальность, что позволяет зрителю лучше сопереживать и наслаждаться представлением. Несмотря на некоторые пересечения между жанрами, отличия в подходах и стилях выступления делают бурлеск и кабаре уникальными. Оба эти направления продолжают вдохновлять и удивлять зрителей своей креативностью, однако они предлагают разные переживания и эмоции, что в итоге формирует разнообразный мир развлекательного искусства.

Целью данного исследования можно считать изучение эволюции частного театра в России, с акцентом на один из уникальных жанров – «кабаре». Оценивание театра Кабаре как элемента культурного наследия включает в себя сравнительный анализ исторических образцов этого жанра и их влияние на современное театральное искусство. Также стоит отметить немаловажный фактор: прогнозирование дальнейшего развития жанра в России. Предполагается исследование тенденций, которые формируют жанр, а также выявление перспективных творческих направлений. В рамках данного исследования будут сделаны предположения о потенциальных изменениях в отечественном Кабаре с учетом современных культурных условий.

Прежде чем углубляться в современные способы реализации этого жанра, необходимо обратить внимание на историю кабаре, рассмотрев процесс его формирования и развития в историческом контексте как в России, так и в мире.

Кабаре имеет свои корни во Франции: этимология слова «кабаре» связывается с пикардскими или валлонскими языками, где термины «*cambrete*» или «*cambret*» переводятся как «небольшая комната», что прекрасно объясняет интимный формат представлений. В XIII веке термин «*kaberet*» начинает появляться во французских письменных источниках, а в средненидерландском языке (с 1150 по 1500 годы) «кабаре» использовали для обозначения недорогих отелей и ресторанов. Кабаре, как жанр, восходит к концу XIX века в Европе, когда стало популярным сочетание музыки, танца и театра. Его истоки можно проследить в таких местах, как Париж, где заведения, как Мулен Руж и Фоли-Бержер, привлекали публику своими зрелищами и экстравагантными выступлениями. Эти кабаре стали важным культурным феноменом, отражая общественные настроения, политические реалии и социальные движения того времени. В эти годы кабаре служило своего рода платформой для свободного самовыражения и обсуждения актуальных тем. В начале XX века это искусство распространилось за пределы Франции, обретая популярность в других странах, включая Германию и США. Берлинское кабаре, например, стало символом сложной эпохи Веймарской республики, насыщенной политической и культурной динамикой, где артистов использовали для критики тоталитарных режимов и социальных проблем. Эта форма искусства позволяла публике не только развлекаться, но и задумываться о серьезных вопросах существования. С течением времени современное кабаре адаптировалось и изменилось,

принимая новые формы. Это может включать в себя элементы стендап-комедии, интерактивные представления и экспериментальную театрализацию. Новые технологии и средства массовой информации позволяют современным артистам расширять границы жанра, создавая уникальные и многослойные произведения, которые смогут заинтересовать самую разнообразную аудиторию. Традиции переплетаются с инновациями, в результате чего возникает кабаре нового века, способное отражать реалии современности [1].

Первое кабаре, в современном понимании такого жанра, «Чёрный кот» (*Le Chat Noir*), было основано в 1881 году *Родольфом Салисом* на улице Монмартр в Париже. Интересная история возникновения театра. Художник *Анри Ривьер* однажды находился в кафе, слушая сольное выступление певца, в результате чего решил оживить атмосферу, начав вырезать человечков из салфеток и картона. Он стал демонстрировать свои иллюстрации к песням, и это так подкупило зрителей, что *Анри Ривьер* решил основать свой собственный театр теней. Кабаре «Чёрный кот» быстро стало центром притяжения для творческой богемы Парижа, привлекая художников, писателей и музыкантов. Здесь можно было увидеть выступления таких знаменитостей, как *Альфред Жарри* и *Тулуз-Лотрек*, которые внесли свой вклад в формирование уникальной атмосферы заведения. Сцена «Чёрного кота» сочетала в себе музыку, танцы и театральные элементы, что делало каждое шоу незабываемым событием. Сатирические номера часто поднимали острые социальные темы, что добавляло глубину отдельным выступлениям. Контрастируя с легкостью развлекательного формата, «Чёрный кот» предлагал зрителям возможность задуматься над актуальными проблемами общества конца XIX века. Этот подход оказал влияние на последующие поколения артистов и стал основой для развития нового театрального жанра. Кабаре не только способствовало популяризации искусства, но и стало символом времени, отражая дух эпохи, полные изменений и экспериментов. С каждым новым представлением «Чёрный кот» расширял границы креативности, вдохновляя новые направления в искусстве и развлечениях, которые продолжают жить и по сей день [7].

В 1889 году, в ответ на недостаток пикантности в сатирическом «Чёрном коте», было открыто кабаре под названием «Мулен Руж». С момента своего основания, это заведение приобрело статус настоящей иконы Парижа, олицетворяя свободу и новаторство в мире искусства. Публика со всей Европы съезжалась, чтобы насладиться уникальными выступлениями, среди которых особенно выделялись номера танцовщицы *Ла Гульи*. Её харизма буквально завораживала зрителей, делая каждый её выход на сцену кульминацией программы. Создатели, *Зидлер* и *Одлер*, решили объединить самых очаровательных девушек в одном месте и обучить их танцу кадрили. С этого момента жители столицы жаждали увидеть молодых танцовщиц, исполняющих эффектный канкан. На этой сцене выступали такие легендарные артисты, как *Эдит Пиаф* и *Жозефина Бейкер*, а также множество других талантливых исполнителей. Кабаре «Мулен Руж» привлекало не только любителей искусства, но и артистов со всей Европы. Здесь собирались как знаменитости, так и новички, чтобы продемонстрировать свои таланты. Вдохновляющая атмосфера, царившая в зале, способствовала появлению новых форм искусства, таких как канкан, ставший неотъемлемой частью репертуара кабаре. Зрители восторгались не только танцами, но и оригинальными музыкальными номерами, стремительными костюмированными выступлениями. Вскоре «Мулен Руж» стал синонимом Парижа, одновременно отражая дух времени и стремление к свободе. Этот уникальный театр развивал представления о сексуальности, искусстве и культуре, привнося элементы авангарда в повседневную жизнь горожан. Его влияние ощущается и сегодня, символизируя неподдельное стремление человека к самовыражению и свободе творчества [7].

Успех кабаре во Франции можно объяснить уникальной атмосферой, царившей на сцене. Это была площадка, где высшие классы общества находились рядом с обычными людьми и представителями богемы, а искусство предлагалось без каких-либо барьеров. Скандальные события, как на сцене, так и за ее пределами привлекали множество новых поклонников этого жанра. Растущая популярность двух театров, которые представляли кабаре с различных точек зрения, сделала их знаковыми для Франции. Эти театры стали примером, послужившим стимулом для создания аналогичных заведений по всему миру. Взаимодействие между артистами и зрителями на этих сценах размывало границы между различными слоями общества. Кабаре отражало многообразие и противоречивость французской культуры, делая каждый спектакль значимым событием. Улучшая художественный вкус, оно вдохновляло поколения творческих личностей по всему миру и продолжает оставаться неотъемлемой частью культурного наследия.

Без сомнения, Россия также активно участвовала в этих преобразованиях. В театре, опираясь на идеи свободы и гуманизма, воспринимали как «трибуну защиты человеческих прав». В дореволюционный период развития театральной культуры российская драматургия эволюционировала от классицизма и романтизма к реализму. В это время было опубликовано множество материалов, посвященных театральным событиям и дискуссиям о новшествах в сценическом искусстве. Это было обусловлено серьезными изменениями в управлении столичными театрами и установлением театральной монополии. К 50-60-м годам XIX века драматический театр стал вызывать большой интерес у общества, которое начало воспринимать его как один из значимых духовных центров страны. Театр расценивался как «голос» народа, отражающий идеи и переживания, желания и чувства людей [2].

29 февраля 1908 года в Москве при поддержке артистов МХТ был открыт первый русский театр-кабаре «Летучая мышь». Учредителями этого заведения стали два человека: денди и спортсмен, внушительно богатый человек армяно-черкесского происхождения *Николай Лазаревич Тарасов* и не менее яркая фигура - *Никита Федорович Балиев*. «Летучая мышь» задумывалась как уединенное пространство, где артисты могли бы собираться после представлений, расслабляться и весело проводить время, одновременно ставя капустники и пародийные спектакли. Для театра был разработан специальный Устав, и его основателями стали 25 товарищей с возможностью приглашать до 15 дополнительных участников. Балиев и Тарасов создали сложную систему голосования для «посторонних», которых можно было принять в круг единогласно. К слову, участниками клуба были ведущие артисты: *О. Л. Книппер, В. И. Качалов, И. М. Москвин, В. В. Лужский, Г. С. Бурджалов, Н. Ф. Грибунин, Н. Г. Александров*. Расширение узкого круга членов клуба происходило только за счет музыкантов, живописцев, писателей и театральных деятелей [2, с. 56].

В качестве первой постановки театра-кабаре была организована пародийная версия «Синей птицы». Символом театра стало изображение летучей мыши с развернутыми крыльями на занавесе, что является ироничным намеком на Чайку А. П. Чехова – уже признанный символ Художественного театра. В новой интерпретации «Синей птицы» актеры использовали эксцентричную трактовку классических образов, что позволило зрителю взглянуть на привычные сюжеты с неожиданной стороны. Показ, сочетая элементы легкомысленной комедии и глубоких философских размышлений, стал настоящим праздником для любителей театра. Каждое действие напоминало феерию, где гротеск и пафос сплетались воедино.

Позже начали ставить спектакли с продажей билетов, и клуб преобразился в театр-кабаре. Это связано с тем, что с каждым спектаклем «исполнительного собрания» – как назывались вечера – возрастало количество почитателей. Искрометные реплики и неожиданные повороты сюжета поднимали настроение, а в то же время заставляли задуматься о вечных истинах. Это было не просто представление, а своеобразный разговор между сценой и залом, где каждый зритель становился соучастником общего творчества. Балиев пригласил артистов из московских и петербургских театров, образовав труппу. В постановках использовались анекдоты, каламбуры, шарады, музыкальные номера и романсы. Также ставились спектакли по произведениям М. Лермонтова, А. Пушкина, Н. Гоголя и А. Чехова.

История создания «Кривого зеркала» полна сложностей и парадоксов. В 1908 году Театральный клуб Санкт-Петербурга, основанный Союзом драматических писателей, задумал открыть собственный театр-кабаре. К этому побуждало не только стремление к новизне, но и давняя конкуренция между Москвой и Петербургом. В то время, в Москве уже функционировал первый в России театр «Летучая мышь», который быстро стал центром внимания театральной и художественной элиты. Петербургский театр, однако, не должен был просто повторять успех своей московской аналогии – его целью было значительно большее и разнообразное [6].

Он задумывался как высокохудожественный и экспериментальный театр малых форм, открытый не только для богемы, но и для широкой аудитории. Таким образом, концепция изначально содержала заложенные в ней противоречия. Тем не менее, желающих реализовать этот проект оказалось больше, чем ожидалось: было создано два «театральных комитета», возглавленных *Вс. Э. Мейерхольдом* (первый) и литературным критиком *А. Р. Кугелем*, совместно с его женой, актрисой *З. В. Холмской* (второй).

Комитет *Мейерхольда*, выбравший название «Лукоморье» для своего театра, объединял множество знаменитых имен из мира театра, искусства и литературы: *А. Н. Бенуа, Л. С. Бакст, К. А. Сомов, М. В. Добужинский, М. А. Кузмин, А. А. Блок, А. И. Куприн, Ф. К. Сологуб, Л. Н. Андреев, А. Т. Аверченко, М. М. Фокин* и других. В то время как комитет *Кугеля и Холмской* состоял из журналистов и беллетристов, менее известных широкой аудитории, которые сотрудничали с *Кугелем* в его журнале «Театр и искусство» и не имели опыта в постановках. Составляли его: *Н.А. Тихонов, Н.А. Тэффи, В.А. Мазуркевич, Бенедикт (Н.Н. Вентцель), А.А. Плещеев, З.Д. Бухарова, А.А. Измайлов* и др. Название «Кривое зеркало» было взято из сборника пародий Измайлова, в котором он высмеивал символистов, таких как *В. Иванова, К. Бальмонта и А. Белого*. 5 декабря 1908 года в особняке князя *Н. Юсупова* на Литейном проспекте произошло открытие двух театров данного жанра. Спектакль «Лукоморье» *Мейерхольда* потерпел неудачу, в то время как «Кривое зеркало» *Кугеля* имело большой успех. Этот успех оказался неожиданным, хотя в целом причин для удивления и не было. Изысканная символистская эстетика *Мейерхольда*, утонченная стилизация народного театра, в сочетании с живописью «мирикусников», оказалась слишком сложной для восприятия, особенно в обстановке кабаре, которая не подразумевала полной сосредоточенности зрителей – ведь в зале вместо привычных театральных сидений были установлены столики. Напротив, легкое и остроумное представление «Кривого зеркала» пришлось как нельзя лучше: зрители, уставшие от сложностей «Лукоморья», тут же начали смеяться над пародиями нового театра.

Кугель, остроумный и саркастичный критик, являлся убежденным приверженцем актерского театра и яростным противником господства режиссуры. Он отвергал саму концепцию режиссуры, независимо от того, касалась ли она реалистичного подхода МХТ или экспериментальных поисков *Мейерхольда* в области формы. Быстрый прогресс режиссерского искусства в начале XX века и разнообразие новых подходов предоставляли *Кугелю* множество поводов для критики. Создание театра «Кривое зеркало» дало ему возможность шуточно

высмеивать режиссуру не только через свои статьи. Этот театр задумывался как площадка для пародии. Первое шоу, представление в жанре обзор-ревью, носило пародийный характер; в нем высмеивались символизм в целом и конкретно пьесы *Л. Андреева*. Весной 1909 года театр осуществил свои первые гастроли в Москве, где зрительский успех подтвердил правильность выбранного курса и жанра. Вернувшись в Петербург, труппа начала масштабные изменения в своей работе. Из зрительного зала убрали столики, и кабаре преобразовалось в некое подобие эстрадного театра миниатюр. Многие актеры стали постоянными работниками «Кривого зеркала», а начало спектаклей перенесли на 21:00. В 1910 году *Кугель* сделал важный шаг для дальнейшей профессионализации театра, пригласив *Н.Н. Евреинова* в качестве главного режиссера, который находился на этом посту почти семь лет. *Евреинов* представил новую программу, направленную на окончательное избавление «Кривого зеркала» от атмосферы любительских выступлений. Репетиции стали регулярными, с обязательным анализом предыдущих спектаклей. В труппе остались только профессиональные актеры, такие как *З. Холмская*, *М. Лукина*, *А. Лось* и *Н.Н. Урванцов*. Театр переехал в новое здание – бывший Екатерининский театр на углу Подъяческой и Екатерининского канала. Проблемы с репертуаром начали решаться «изнутри»: некоторые актеры, включая *Н. Урванцова* и *Л. Гебена*, и сам *Евреинов* занимались драматургией, а композитор *Б. Эренберг* работал в труппе. Сезон 1914–1915 театр начал с актуальной программы, посвященной войне, выполненной в духе народного лубка. Однако этот сезон оказался первым по-настоящему провальным – творческие методы театра исчерпали себя. Несмотря на успешные коммерческие результаты, творческий кризис стал нарастать. Уход многих актеров из «Кривого зеркала» в другие театры, включая «Летучую мышь», главного конкурента, стал показателем этой проблемы. До первого закрытия театра оставалось почти четыре года, но за это время не было достигнуто значимых творческих успехов. Последний спектакль того периода состоялся 17 марта 1918 года.

В 1922 году *Кугель* с частью прежних и новых актеров возобновил деятельность «Кривого зеркала», стремясь вернуть страхи о былом успехе. Сначала они выступали в Москве, а в 1925 вернулись в Ленинград. Были восстановлены старые постановки и представлены новые (например, *Оформление быта и пародийная Любовь Аржаная*). Однако новое «Кривое зеркало» так и не смогло вернуть былое величие, оставшись лишь тусклой тенью своей предшественницы. После смерти *Кугеля* в 1928 году театр окончательно утратил свою индивидуальность и стал обычным театром миниатюр, а в 1931 был закрыт [3, 4].

В 1911 году в Санкт-Петербурге появилась «Бродячая собака». *Алексей Толстой* вспоминал, как группа людей искала подвал для празднования Нового года 1912. Кто-то пошутил, что они напоминают заблудившихся собак, жаждущих укрытия. Так и возникло название для этого культового заведения. «Бродячая собака» стала настоящим укрытием для петербургской богемы, которая ощущала нарастающую угрозу. *Владимир Пяст* говорил: «Нам с Мандельштамом и многими другими начинало казаться, что весь мир как будто сосредоточен в «Собаке», и что нет другой жизни, никаких других интересов, кроме «собачьих».

Главным атрибутом «Бродячей собаки» считалась «Свиная книга», которая располагалась на постаменте у входа. Её страницы были исписаны стихами, карикатурами и музыкальными записями, и она стала своеобразной хроникой кабаре. Когда в заведение приходил новый посетитель, это объявлялось ударом по большому турецкому барабану, стоявшему в просторном зале. На барабане также отмечали «стражу». За порядком в этом процессе следил Кузнецов. Порой обязанности «стражника» выполнял *Владимир Маяковский*, который восседал на барабане, принимая позу раненого гладиатора [5, 6].

Другие заметные кабаре в Москве, Петербурге и провинциях, открывшиеся перед Гражданской войной, например, ростовский «Гротеск», в начале внутреннего конфликта («Эксцентрион» *Таурова*), а также в ходе и вскоре после него: марджановские «Би-ба-бо», «Кривой Джимми», «Хромой Джо», не ставили перед собой никаких серьезных сатирических, тем более политических задач. Подобно менее известным заведениям, «Эксцентрион» выступал скорее как эстетическое и фактически безрезультатное дополнение к масштабным проектам Камерного театра.

У остальных были свои моменты успеха, большее или меньшее взлета, но только «Гротеск» и «Кривой Джимми», прошедшие через Гражданскую войну от Киева до Тифлиса, стали поистине значимыми явлениями благодаря своему остроумию, легкости, впечатляющим трюкам и «бродяче-комедиантской» экспрессивности. Тем не менее, даже они не поднимали острые вопросы, не затрагивали известных личностей, обывателей или нэпманов, не осуждали, не высмеивали и не пародировали чьих-либо вкусов.

В СССР о театрах-кабаре упоминали мельком и между строк, как о чем-то, что было на грани допустимого. Культ рыночной экономики и развлечений воспринимался с подозрением. Однако в то время, когда на сцене правили идеологические спектакли, кабаре оставалось дышащим островком свободы.

По мнению партийных идеологов, искусство должно было стать инструментом классовой борьбы, помогая в формировании новой социалистической личности. Кабаре, с его легкомысленным подходом к жизни и фривольными темами, противоречило основам новой морали, пропагандируемой властью. Творчество должно было наполняться высокими идеями, способствовать сплочению трудящихся и вдохновлять их на

подвиги ради общего блага. Вместо ярких представлений с фейерверками и захватывающими танцами, на сценах появились агитбригады, зачитывающие лозунги и пропагандирующие достижения социалистического строительства. Народу предлагали театральные пьесы о трудовых успехах и поражениях врагов народа. Искусство стало скучным, а главное, оно утратило свою искренность и живость. Вместо эстетики Кабаре и радости многие зрители встречали лишь унылое морализаторство [1].

Современные театральные шоу кардинально пересматривают сложный и зачастую непонятный для широкой публики жанр, внедряя в него элементы акробатики, современного танца, музыки и эффектного визуального оформления. Основное внимание в этих выступлениях уделяется контрастам: от трогательного сольного танца на огромном пистолете до яркого коллективного номера в туфлях на высоких каблуках. Артистам предстоит не только менять настроение во время представления, но и переодеваться в специально разработанные костюмы, которые шьются индивидуально для каждого, чтобы добиться максимального качества исполнения.

Кабаре «Дикая лошадь» появилось на парижской сцене значительно позже своих предшественников. В 1951 году открылось кабаре «Ален Бернарден», отмечающееся своим уютным залом и высокими ценами. Это заведение быстро завоевало популярность благодаря не только впечатляющим выступлениям, но и строгим критериям выбора танцовщиц. С юмором можно сказать, что здесь требования действительно «конские» — девушки должны соответствовать определённым параметрам, включая рост, вес, размеры груди и особенности внешности. Однако на сцене выступали не только танцовщицы, но и артисты различных жанров: от мимов до иллюзионистов. В отличие от «Чёрного кота», который прекратил свое существование с уходом своего основателя, «Дикая лошадь» продолжает успешно развиваться даже после трагической смерти *Бернардена* в 1992 году. Это кабаре стало известным брендом, который уверенно занимает свои позиции не только в Париже, но и за его пределами. В коллективе работают талантливые девушки со всего мира. Важно отметить, что в 2011 году в Москве был проведён масштабный кастинг в фойе гостиницы «Космос», где когда-то проходили первые гастролы кабаре — к тому времени в команде уже состояли россиянки. К сожалению, данный формат представлений не нашел своей аудитории в России по нескольким причинам, включая восприятие публики и неподходящие условия на сцене. Сам театр-кабаре представлял собой мощный коллектив и впечатляющее «Шоу», способное удивить любого зрителя. Однако недостаток знаний местной аудитории о кабаре как театральном формате, вместе с неблагоприятными условиями, способствовали снижению интереса к подобным постановкам в стране [7].

Осенью 2019 года в районе Китай-города стартовал проект бизнесмена *Олега Кулухова* под названием «Crave». Здание было создано специально для кабаре, выделяясь на фоне предыдущих аналогов. Кабаре, как элемент современного сценического искусства, открывает перед зрителем возможности для игры с собственным воображением. Уютная атмосфера способствует этому процессу. На московской сцене уже можно наблюдать лучшие традиции, существующие с момента появления этого «бохемного рая». Кабаре-театр «Crave» можно охарактеризовать как пространство современных инноваций и смелых художественных решений. Эротика в игривом и стильном виде — важная составляющая каждой программы. Здесь можно увидеть как классические номера с чулками и обнаженной грудью, так и элегантный вог под дабстеп, который остается эротичным, но не вульгарным, иногда даже с элементами скромности. Постановка фокусируется на вдохновляющей красоте, культуре и эстетике человеческого тела. Двухчасовой спектакль «Crave» включает вокальные, танцевальные и пластические выступления с потрясающими видеопроекциями. Эстеты оценят контрастные номера, где страстный сольный танец на огромном пистолете переходит в эффектное групповое выступление в кружевных туфлях. Важно, по мнению зрителей и команды «Crave», создать «волшебную атмосферу праздника», частью которой каждый может стать.

Шоу «*Что хотят женщины?*», открывшее первый сезон театра, представляет собой не совсем эротическое представление, а скорее сочетание эротики и современного танца в популярной интерпретации, что отличает его от *стриптиз-клубов*. Основную команду создателей составляют профессионалы, работавшие над проектами «Танцы» на ТНТ, «Танцуй!» на Первом канале и «Танцуют все» на украинском СТБ. Режиссёр-постановщик *Василий Козарь* известен как участник телевизионных танцевальных конкурсов и как хореограф команды *Егора Дружинина* на ТНТ. Однако его достижения в сфере телевидения не ограничиваются лишь этим. *Козарю* удалось реализовать мечту множества танцоров: полную свободу самовыражения на сцене, эмоциональную связь с аудиторией и отсутствие строгих рамок. Появление такого пространства в городе стало естественным процессом. Это заведение стало своего рода «убежищем» для тех, кто ценит «аналоговую» эстетику светского гламура и богемного стиля 20-х годов XX века.

В целом, существует «тревожная» закономерность: величественное искусство, знаковый переворот возникает в периоды социальных потрясений.

Премьера «Кабаре» в Театре Наций — это одно из тех знаковых событий, когда актеры не просто «играют роли», а проживают данный момент, погружаясь в конфликты, разворачивающиеся на сцене и в окружающем мире.

Известная история начала свою жизнь на страницах книги *Кристофера Ишервуда* под названием «Прощай, Берлин!», основанной на его собственных переживаниях: автор провел несколько лет в Германии в 30-х годах, стал свидетелем восхода нацизма и завел дружбу с кабаретной дивой. Позже этот сюжет лег в основу пьесы, написанной в 50-х, под названием «Я – камера». В 1966 году на Бродвее был поставлен мюзикл «Кабаре» с музыкой *Джона Кандера* и либретто *Джо Мастероффа*, в котором британский герой Крис преобразился в американца Клиффа, а атмосферный Кит-Кат-Клуб стал отражением приближающейся исторической катастрофы. Мюзикл удостоился восьми премий «Тони» и вдохновил Боба Фосса на создание экранизации «Кабаре», которая завоевала восемь «Оскаров».

В Театре Наций 11 мая 2022 года состоялась премьера мюзикла «Кабаре», который имеет две знаменитые версии: оригинальную бродвейскую постановку *Гарольда Принса*, множество адаптаций которой продолжают успешно показываться по миру, и фильм *Боба Фосса*. Спектаклю, поставленному *Евгением Писаревым*, удастся сделать так, что зрители не заикливаются на неизбежных параллелях, особенно когда речь заходит о взаимодействии масштабных исторических событий и личных судеб, отмечает *Ольга Федянина*. Спектакль, представленный Театром наций, не является переработкой фильма, а отечественной интерпретацией бродвейской истории. Театр наций, получивший право на постановку «Кабаре» и пригласивший видных деятелей театра и кино, заранее осознавал, что его работа будет подвергаться строгому сравнению. Мюзикл представляет собой сложную и высококачественную машину, сборка которой требует времени и средств, а исполнение – значительных усилий. Это особенно чувствительно для репертуарного театра, для которого такой формат изначально не предназначен. Более того, работа с тщательно прописанной структурой лицензионной версии совершенно не позволяет предложить оригинальный взгляд, так что избежать «конкуренции» в своей адаптации довольно сложно. Самая выразительная и автономная составляющая этого шоу – само кабаре. Режиссеры тщательно воссоздают атмосферу и детали поздней Веймарской республики (*сценография Зиновия Марголина*, *костюмы Виктории Севрюковой*), однако, несмотря на красоту своего исторического контекста, спектакль говорит о настоящем, а не о прошлом – ни о 30-х, ни о 60-х годах. Ключевая фигура, отвечающая за развитие внутреннего сюжета, – это распорядитель и ведущий вечера *Эмси*, то есть MC (*master of ceremonies*). *Олег Савцов* выступает не только в роли двигателя постановки, но и является, можно сказать, концептуальным ядром. Он стремительно перемещается по сцене, поет, шутит на грани непристойности и произносит острые политические реплики, задавая темп своим «ассистентам». В его энергичном и нервном поведении переплетаются искреннее веселье, глубокое отчаяние и значительная злость. *Эмси у Савцова* – это клоун, но уж точно не белый: он сродни *Джокеру*, азартный провокатор, а его кабаре – место не слишком уютное и точно не защитное. Здесь, между танцами, тебе расскажут о страшном, а ужас повседневности все равно дойдет до тебя, но только через пошлую шутку, злобный анекдот или искаженное отражение в кривом зеркале.

Таким образом, спектакль становится не простым развлечением, а своевременным и важным комментарием к нашим реалиям, заставляя зрителей не убегать от правды, а, наоборот, сталкиваться с ней лицом к лицу.

Эволюция кабаре-театров в России может стать важным инструментом для привлечения новой публики. На сегодняшний день современный зритель не имеет возможности насладиться полноценным представлением в этом жанре. Многие автоматически связывают кабаре с ретро-стриптизом и отдельными танцевальными номерами из перформанс-шоу. Однако кабаре-театр имеет гораздо более глубокие корни и разнообразные формы, чем может показаться на первый взгляд. В начале XX века в России кабаре стало не просто развлечением, а площадкой для экспериментов и социальных комментариев. Артисты ставили на одном уровне народное искусство и высокую культуру, что привлекало широкую аудиторию, ищущую нового звучания и смыслов. Важно вернуть это наследие в современность, обновив формат представлений и расширив жанровые границы. Создание уникальных концепций, которые соединяют в себе музыку, театр, танец и даже новые медиа, может сделать кабаре актуальным для молодого поколения. Использование современных технологий, интерактивных элементов и актуальной социокультурной повестки поможет привлечь людей, которые ищут не только развлечение, но и глубокие эмоции и переживания. Сотрудничество между театрами и современными деятелями может привести к созданию новых спектаклей, которые будут говорить на языке молодежи, при этом сохраняя дух кабаре. Перегрузка этого жанра позволит развенчать мифы и стереотипы, делая кабаре доступным и понятным для всех, кто стремится к новому опыту в искусстве. Современное кабаре должно стать пространством, где пересекаются разные культуры и художественные формы. Важно, чтобы артисты не избегали социальных вопросов, а наоборот, поднимали их, создавая диалог с аудиторией. Например, можно использовать элементы стрит-арта, перформанса и музыкальных жанров, таких как *hip-hop* или *EDM*, чтобы отразить проблемы, актуальные для молодежи: экологические катастрофы, социальные неравенства и поиски идентичности. Кабаре может стать платформой для экспериментального творчества, где молодые художники найдут возможность выразить себя. Гибкость формата позволит организовывать вечеринки, мастер-классы и открытые репетиции, вовлекая зрителей в процесс создания искусства [1, 3]. Это взаимодействие поможет разрушить барьеры между сценой и залом и сделать каждого зрителя частью происходящего. Важным аспектом будет использование социальных сетей для продвижения и обсуждения художественных проектов.

Таким образом, кабаре может не только привлечь внимание, но и создать комьюнити людей, готовых обсуждать искусство и его роль в современном обществе. Новые идеи, свежие голоса и смелые эксперименты – вот что поможет вернуть кабаре в центр культурного диалога.

Список источников:

1. Тихвинская, Л. И. Повседневная жизнь богемы Серебряного века. Кабаре и театры миниатюр в России. 1908-1917 / Л. И. Тихвинская. М.: «Молодая гвардия», 2005. - 527 с.
2. Эфрос, Н. Е. Театр «Летучая мышь» Н.Ф. Балиева: 1908 - 1918: Обзор десятилетней художественной работы первого русского театра-кабаре / Н. Е. Эфрос. – М.: Солнце России, 1918. – 100 с.
3. Кугель, А. Театральные заметки / А. Кугель // Театр и искусство. – 1908. – № 50. 11 декабря. – С. 892-894.
4. Кугель, А. Театральные заметки / А. Кугель // Театр и искусство. – 1910. – № 10. 7 марта. – С. 219-221.
5. Русская развлекательная культура Серебряного века. 1908-1918/ Э. Анри-Сафье, И. З. Белобровцева, Н. А. Богомолов и др. ; сост. Н. Я. Букс, Е. Н. Пенская ; отв. ред. Е. Я. Курганов ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». - М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2017. - 463 с.
6. Стрельцова, Е. И. Частный театр в России. От истоков до начала XX века / Е. И. Стрельцова. М.: ГИТИС, 2009. – 635 с.
7. Захарченко, О. Н. Артистические кабаре Парижа во второй половине XIX – начале XX вв. и их роль в жизни богемы / Е. И. Захарченко // Гуманитарные и юридические исследования. – 2015. – Вып. 4. – С. 46-51.

КУЛЬТУРНАЯ ИДЕНТИЧНОСТЬ В РАЗВИТИИ ЦЕННОСТНЫХ ОРИЕНТИРОВ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ

Иванова Ирина Петровна

Кемеровский государственный институт культуры

Iri1498856@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются особенности формирования культурной идентичности студенческого сообщества в нынешнюю эпоху. Социокультурная обстановка молодежи в нынешней эпохе характеризуется достаточной многоукладностью и сложностью процессов и форм. Основную роль в такой ситуации играет выбор каждого человека, а саму обстановку и систему определяет совокупность личных выборов каждого. Так, получается, что личность каждого индивида формирует ценностные ориентиры, мобилизует традиции или же вовсе отказывается от них в пользу новаторства и прогресса.

Ключевые слова: культурная идентичность, культурная социализация, ценностные ориентиры, нормы, традиции, студенты, личность.

CULTURAL IDENTITY IN THE DEVELOPMENT OF VALUE ORIENTATIONS OF STUDENTS

Ivanova I. P., Kemerovo State Institute of Culture

Abstract. The article examines the peculiarities of the formation of the cultural identity of the student community in the current era. The socio-cultural environment of youth in the current era is characterized by a sufficient complexity of processes and forms. The main role in such a situation is played by the choice of each person, and the very situation and system are determined by the totality of personal choices of each. So, it turns out that the personality of each individual forms value orientations, mobilizes traditions or completely abandons them in favor of innovation and progress.

Keywords: cultural identity, cultural socialization, value orientations, norms, traditions, students, personality.

Статья направлена на выявление и значение культурной идентичности представителя молодежи, т.е. студента в рамках формирования ценностных ориентиров всего коллектива.

Когда социокультурная обстановка неустойчива и эклетична, то огромное значение придется уже индивиду, а не всецелому коллективу. Принципиальное значение имеет выбор, который делает каждая личность, поскольку совокупность этих выборов как раз и определяет направление развития системы.

В идеальном мире социокультурная система находится в состоянии равновесия, где общие ценности доминируют над личными предпочтениями, благодаря действующим механизмам, которые направляют мировоззрение большинства в рамки общепринятых норм, в первую очередь через процесс культурного воспитания. Но в эпоху, когда социокультурная система находится на грани распада, дезорганизация и утрата эффективности механизмов влияния приводят к тому, что личные ценностные ориентиры становятся ключевыми.

В этом контексте культурная социализация индивидов и общества в целом имеет решающее значение. Ведь только культурная социализация способна поддержать различия в ценностных ориентациях, предотвратить серьезные конфликты, организовать диалог и взаимодействие между носителями противоположных ценностей. Ценности являются отражением социокультурных изменений и могут влиять на процесс формирования и эволюции культуры. Социальная среда и время в своем диалектическом единстве формируют иерархию ценностей, которая тесно связана с этапами общественного развития. [2, с. 174]

Чтобы понять, как меняются ценности в обществе, важно осознать, что они формируются под влиянием меняющихся ценностей и приоритетов различных социальных групп, классов, слоев и отдельных людей. Эти группы и индивиды часто имеют свои собственные, иногда противоречащие друг другу системы ценностей. В этом контексте особого внимания заслуживает изучение ценностей разных поколений, особенно таких специфических групп, как молодежь и студенты.

Социологи проявляют особый интерес к моральным принципам, которыми руководствуются студенты, и это можно объяснить рядом причин. Прежде всего, жизненные установки молодых людей еще не окончательно сформировались и нуждаются в времени для укрепления, что делает их уязвимыми для внешних влияний.

Кроме того, молодежь привлекает внимание исследователей как предмет прогнозирования, так как в будущем они станут ключевыми участниками общественной жизни.

В прошлом можно было говорить о единой идентичности, но сегодня мы сталкиваемся с множеством идентичностей, которые кажутся нестабильными и фрагментированными. Потеря стабильности и экзистенциальной опоры – вот основные проблемы нашего времени.

Средства массовой информации играют важную роль в процессе социализации и самоопределения молодых людей, но эта роль довольно неоднозначна. С одной стороны, СМИ предоставляют людям прекрасные возможности для участия в глобальной информационной картине, а человеческий опыт расширяется в глобальном масштабе. Никогда прежде люди не имели доступа к такому широкому спектру информации. С другой стороны, способность СМИ конструировать новую, фрагментарную реальность, порой далекую от действительности, и создавать иллюзию участия и причастности к мировым и социальным событиям и явлениям приводит к тому, что люди воспринимают мир в мифологических терминах. Однако мифы могут как обогащать, так и разрушать духовный мир людей.

СМИ активно распространяют мифы о потребительском обществе, личных интересах, глобализации и развлекательной индустрии, что подрывает внутренний мир людей. Из-за влияния медиа аудитория приобретает ложное ощущение своей осведомленности и особого положения. Разбитость представленного образа мира формирует «лоскутное одеяло» и нестабильное чувство собственной идентичности. При каждой попытке адаптироваться к новым требованиям медийной реальности, люди ощущают потребность постоянно формировать свою собственную личность и самоощущение. Однако достижение устойчивой идентичности уже не является законченным процессом. СМИ намекают нам, что просто жить в быстро меняющемся мире современного общества недостаточно, и людям приходится снова и снова искать свое место в нем. [6, с. 258]

Культурные ориентиры играют важную роль в различных сферах жизни человека. Основная идея культурной идентичности заключается в осознанном принятии соответствующих культурных норм, образцов поведения, ценностей и языка, в понимании себя через призму общепризнанных культурных характеристик и в идентификации себя с культурными образцами конкретного общества.

Социокультурная идентичность помогает людям воспринимать себя как часть общества и определенной социальной группы, что позволяет им принимать и поддерживать нормы, правила и ценности этой группы и ее культуры. Основная цель изучения социокультурной идентичности – определить, как человек видит себя в контексте определенной социальной группы и какие характеристики определяют, важные для него группы.

Взаимосвязь внутреннего и внешнего мира, ограниченности и бесконечности, а также баланс между адаптацией и защитой личности и окружающей среды формируют нашу идентичность. Идентичность – это результат постоянного развития и представляет собой определенную точку в нашем жизненном пути. [7, с. 120] Выражение индивидуальности в творчестве – важная и необходимая потребность. Границы между собой и другими, создаваемые путем формирования новых личностных категорий и уникальных способностей, не способствуют единению.

Однако в некоторых студенческих коллективах индивидуальность и самобытность могут сосуществовать. В большинстве психологических исследований «индивидуальность» (лат. «individuum» – неделимый, отдельный) определяется как набор характеристик, которые отличают конкретного человека от других и определяют уникальность его личности. В социальной психологии противоположность общему, типичному и коллективному (групповому). Молодежь с различными характеристиками личности ищет группу, где бы их ценили, принимали и уважали их творческую индивидуальность, признавая их уникальность. Различия между индивидуальностью и оригинальностью стираются, так как каждый стремится найти баланс в своей жизни, который возможен только в коллективе.

Здесь мы сталкиваемся с тонкой гранью между уникальностью и оригинальностью. Можно представить себе ситуацию, когда формирование личности происходит мирно и безболезненно в стабильных условиях. Однако на практике каждый человек сталкивается с разнообразными возможностями для формирования своей личности, и каждый вынужден самостоятельно принимать решения, выбирая то, что соответствует его ценностям, и осознанно отвергая другие варианты.

Ценности и культура тесно переплетены друг с другом. Очень часто культуру определяют через ценностные ориентиры. Культура представляет собой совокупность стабильных форм человеческой деятельности, выраженных в продуктах духовного и материального труда, в системе социальных норм, представлений и убеждений, духовных ценностей, а также взаимоотношениях между людьми.

Рассмотрение культуры как системы базовых ценностей общества [4, с. 170] помогает определить следующие ее характеристики:

1) устойчивость, фундаментальность (в отличие от общественного мнения, носящего лабильный характер);

- 2) аккумуляция, концентрация в себе результатов духовной деятельности;
- 3) задает тональность всей культуры, обуславливая избирательный подход как к вновь созданным произведениям духа, так и к ценностям, созданным в прошлой истории народа или ценностям другой, «чужой» культуры. [4, с. 171]

Основные принципы культуры, такие как свобода, справедливость, мир и сотрудничество, играют ключевую роль в жизни человека. Люди оценивают свое поведение согласно определенным общепринятым стандартам, идеалам и целям, которые служат для них ориентиром. Поэтому ценности несут в себе определенную нормативность и отражаются в культурной среде.

В каждой культуре существуют устойчивые ценности, которые могут меняться со временем. Ценностные ориентиры в рамках одной культуры подвержены изменениям, но этот процесс длительный и может зависеть от исторических и современных условий.

Однако процесс смены ориентиров достаточно длительный, и, кроме того, их направление может быть активизировано историческими периодами и современными реалиями. Неизменные ценности, такие как любовь, честь, долг, честность, справедливость, доброта, вежливость, свобода и сострадание, передаются из поколения в поколение.

Развитие культурной идентичности играет важную роль в формировании положительных черт личности и создании благоприятных условий для социальной жизни. Современная реальность показывает, что многим молодым людям трудно раскрыть свой культурный потенциал и приспособиться к новым социальным ролям. Иногда это приводит к потере уверенности, но в изменяющемся мире другого выхода просто нет.

Суть культурной идентичности заключается в сознательном принятии ценностных ориентиров, образцов поведения и языка человеком, который понимает «себя» с точки зрения культурных черт, принятых в данном обществе, и идентифицирует себя с культурными образцами этого общества. На процесс формирования идентичности в молодежной среде также влияет современная визуальная и цифровая культура, которая способствует структурированию индивидуального и коллективного опыта с помощью различных алгоритмов и средств массовой информации на глобальной цифровой платформе.

Современные студенты вузов обладают особым набором ценностей, в котором преобладает развитие утилитарных, гедонистических и постмодернистских ценностей.

Ценности, которыми руководствуется современная студенческая молодежь, представляют собой сложную и многообразную систему. На ее динамику влияет социальная, экономическая, политическая и культурная ситуация в России.

Список источников:

1. Бауман, З. *Текущая современность* З. Бауман / пер. с англ.; ред. Ю.В. Асачаков. СПб.: Питер, 2008. – 240 с.
2. Васильева, Э. В. Особенности формирования и развития культурной идентичности студенческой молодежи / Э. В. Васильева // *Международный журнал экспериментального образования*. – 2016. – № 3-2. – URL: <https://expeducation.ru/ru/article/view?id=9694> (дата обращения: 07.02.2025).
3. Драча, Г. В. *Культурология: Учебное пособие* / под ред. проф. Г. В. Драча. – М.: Альфа-М, 200. – 432с.
4. Здравомыслов, А. Г. *Потребности. Интересы. Ценности* / А. Г. Здравомыслов. – М.: Политиздат. 1986. 222 с.
5. Русских, Л. В. Идентичность: культурная, этническая, национальная [Электрон. ресурс] / Л. В. Русских // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Социально-гуманитарные науки*. – 2013. – Т. 13, № 2. – С. 178-180. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20399896> (дата обращения: 07.02.2025).
6. Сизганова, Е. Ю.. Анализ ценностных ориентаций студентов - будущих государственных и муниципальных служащих в контексте вызовов современности / Е. Ю. Сизганова, А. К. Кайдашова, И. В. Чикова // *Перспективы науки и образования*. – 2020. – № 1 (43). – С. 258-270.
7. Трубина, Е. Г. Идентичность в мире множественности: прозрения Ханны Аренд / Е. Г. Трубина // *Вопросы философии*. – 1998. – № 11. – С. 116-130.

ЦВЕТОВЫЕ СОЧЕТАНИЯ И СИМВОЛИКА ЦВЕТА В КНИЖНЫХ ИЛЛЮСТРАЦИЯХ

Ковезиук Мария Александровна

Кемеровский государственный институт культуры

Научный руководитель: Мелкова Светлана Васильевна, кандидат технических наук, доцент

reykoveziuk@gmail.com

Аннотация. Целью настоящей статьи является систематизирование символики цвета и его психофизическое воздействие на человека. Даны рекомендации по выбору цветовых сочетаний для различных возрастов и жанров. Показано, как различные художники пользуются цветовыми гармониями, чтобы передать нужное настроение. В результате стилистического анализа иллюстраций была составлена таблица с краткой характеристикой визуальных особенностей основных жанров художественной литературы.

Ключевые слова: цветовая гармония, иллюстрация, цветовосприятие, символика цвета, цветовые сочетания.

COLOR COMBINATIONS AND COLOR SYMBOLISM IN BOOK ILLUSTRATIONS

Koveziuk M. A., Kemerovo State Institute of Culture

Melkova S. V., candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kemerovo State University of Culture

Аннотация. The purpose of this article is to systematise the symbolism of colour. Recommendations on the choice of colour combinations for different genres are given. It is shown how different artists use colour harmonies to convey the right mood. As a result of stylistic analysis of illustrations, a table with brief characteristics of visual features of the fiction was compiled.

Keywords: color harmony, illustration, color perception, color symbolism, colour combinations.

Актуальность данной статьи обусловлена важностью создания гармоничного цветового сочетания в иллюстрации, с учётом жанра и аудитории книги.

Целью этой статьи является выявить взаимосвязь между жанром художественной литературы и художественными приёмами в иллюстрациях к ним. Объект исследования - иллюстрация, предмет исследования - цветовые гармонии в ней. Основные методы исследования - анализ литературы, терминологии и стилистический анализ.

В начале XX века на тему цвета было написано 2 важные статьи: «Искусство цвета» Йоганнеса Иттена и «Взаимодействие цвета» Джозефа Альберса. Иттен, как и Гёте, считал, что восприятие цвета имеет субъективный характер. Его работа посвящена эмоциональному восприятию цвета. Йоганнес Иттен использовал цветовую сферу RYB (красный-жёлтый-синий) для объяснения своих идей.

Согласно источникам [1, 5, 4, 3] были сформулированы основные эмоциональные характеристики цвета:

- Красный: страсть, энергия, мощь /гнев, агрессия, война.
- Оранжевый: юмор, теплота, яркий / - .
- Жёлтый: мудрость, счастье, надежда /предательство, обман.
- Зелёный: самосознание, здоровье, обновление/ревность, зло.
- Синий: духовность, мир, гармония /консерватизм, депрессия.
- Фиолетовый: благородство, таинственный /жестокость, траур.
- Белый: защита, невинность, добро /смерть, холод, стерильный.
- Чёрный: сила, формальность, богатство /зло, несчастье, смерть.
- Коричневый: стабильность, комфорт, надёжность/ - .

В статье «Влияние цвета на человека» [4] выделяют другие ассоциации цветов, такие как масса, температура, влажность, объём, расстояние, звук, природные ассоциации.

Важно отметить, что во время создания иллюстрации стоит брать во внимание исторический и культурный контекст. В литературе с определённой эпохой это будет очень важно.

Одной из актуальных проблем иллюстрации является вопрос изобразительной составляющей для книги. Далее, мы будем говорить только о иллюстрациях начиная с иллюстраций для возраста 12+. С этого возраста

активность цвета не играет большой роли. Цвет начинает иметь преимущественно композиционную роль, силуэты деформируются, так как подросток может отличить человека от другой формы. Художник, создавая иллюстрацию, должен опираться на текст: какой у него жанр, настроение, акценты.

Был проведён анализ цветового и тонального содержания иллюстраций для различных жанров художественной литературы. По примеру приведённому ниже рассматривается жанр художественной литературы и иллюстрации к нему.

Фэнтези. Жанр фэнтези сформировался под влиянием британских авторов под влиянием Дж. Р. Р. Толкина. Он эстетически близок к рыцарскому Средневековью, но при этом допускается существование волшебства и вымысла. Фэнтези принято делить на «светлое» и «тёмное». Для «светлого фэнтези» используют светлую палитру комплементарного, родственного или триадного типа (Рис.1). Яркие цвета используются как акценты на фоне пастельных тонов. В «тёмном фэнтези» будет логично использовать много чёрных и тёмно-серых пятен, но стоит помнить, что важно показать волшебство, несмотря на мрачность жанра. Ниже представлен пример цветового анализа иллюстрации (рис.1).



Рис. 1 Иллюстрация к «Гарри Поттеру и кубок огня» и её цветовая схема

По результатам анализа составлена таблица:					
Жанр	Эмоции	Цветовая схема	Световая тональность	Насыщенность	Основные цвета
фэнтези	Чувство волшебности, Нереальности, Вымышленности	Родственная	Светлый	Высокая	Красный
		Родственно-контрастная	Тёмный	средняя	Оранжевый
			тон		Жёлтый
					Коричневый
					Голубой
Детектив	Напряжение, Интрига, Загадочности	Родственная	Средний	Средняя	Коричневый
		Родственно-контрастная	Тёмный	Низкая	красный
		монохромная	тон		Серый
					Синий
Триллер	Тревога, Загадочность, Страх	Квадратная	Тёмный	Высокая	Белый
		комплементарная	Светлый	Средняя	Чёрный
			тон		Красный
					Зелёный
Хоррор	Страх, Ужас, Ощущение мистичности	Родственная	Тёмный тон	Средняя	синий
		Монохромная		Низкая	Чёрный
		Родственно-контрастная			Серый
					Синий
					Фиолетовый
					Зелёный

Фантастика	Нереальность,	Комплементарная	Средний тон	Высокая	Оранжевый
	Невероятность,	Родственная		Средняя	Жёлтый
	Напряжение				Коричневый
Антиутопия	Тщетность,	Родственная	Средний тон	Высокая	Серый
	Тревога,	Родственно-контрастная		Средняя	Голубой
	Обманчивость				Зелёный
					Красный
					Оранжевый
					Сине-зелёный
					Коричневый
					чёрный

В статье «Сила цвета: культуролог Юлия Грибер – о том, как цвет влияет на концентрацию, пульс, чувство времени и вкусовые ощущения» [2], была проведена серия экспериментов, в результате которых организаторы выяснили, что люди преклонного возраста воспринимают цвет иначе, нежели молодые люди. Выяснили, что пожилые люди для описания предмета использовали предметные ассоциации намного чаще, чем молодёжь. А молодые люди описывали цвета абстрактно: «цвет свежести», «весеннего настроение», «королевский цвет».

Данной работой автор хочет показать, как можно пользоваться цветовым кругом, в случае, когда художник затрудняется в выборе цвета для иллюстрации. Если иллюстратору кажется, что чего-то не хватает, он может обратиться к возрастной, культурной, исторической и жанровой составляющей книги. В ином случае, поместите уже имеющиеся цвета на цветовой круг и попытайтесь его дополнить до тех пор, пока не сложится одна из цветовых схем.

Список источников:

1. Волкова, К. Э. Влияние цвета на эмоциональный фон и психологию человека / К. Э. Волкова, Ю. В. Бартенева // Коллекция гуманитарных исследований. – 2020. – № 1. – С. 13-16.
2. Грибер, Ю. Сила цвета: культуролог Юлия Грибер – о том, как цвет влияет на концентрацию, пульс, чувство времени и вкусовые ощущения: журнал «Тезис» [Электронный ресурс]. – 2021. – URL: <https://dzen.ru/a/YMKEvAeKXPTgNyt> (дата доступа: 05.12.2023).
3. Кошель, Л. В. Символика цвета в веб-дизайне / Л. В. Кошель // Философские проблемы информационных технологий и киберпространства. – 2010. – № 1. – С. 98-104.
4. Мелехина, В. Цветовые предпочтения и особенности влияния цвета на состояние человека / В. Мелехина // Наука и Образование. – 2019. – Т. 2, № 3. – С. 32.
5. DenisCG Цвет в современных фильмах [Электронный ресурс]. – 2020. – URL: <https://habr.com/ru/articles/525252/>.

ЦЕРКОВНАЯ ДЕРЕВЯННАЯ СКУЛЬПТУРА В МУЗЕЙНЫХ СОБРАНИЯХ СИБИРИ

Корнева Виктория Алексеевна

Кемеровский государственный институт культуры

Научный руководитель: Алексеева Лариса Сергеевна, канд. культурологии

cornevika@yandex.ru

Аннотация. Публикация посвящена исследованию особенностей национального прочтения деревянной церковной скульптуры на Руси. В работе актуализируются исторические аспекты создания русской религиозной пластики. Автор акцентирует внимание на заимствовании византийских тенденций в формировании православной церковной скульптуры на Руси. Представлен сравнительный анализ основных художественных центров по созданию отечественного религиозного декоративно-прикладного искусства. Отдельное внимание автор уделяет сибирской религиозной пластике.

Ключевые слова: православная церковная скульптура, религиозное декоративно-прикладное искусство, раннехристианское искусство, древнерусское искусство

THE ROLE OF CHURCH WOODEN SCULPTURE IN THE DEVELOPMENT OF RUSSIAN DECORATIVE AND APPLIED ART

Korneva V. A., Kemerovo State University of Culture

Alekseeva L. S., PhD. Cultural studies, Kemerovo State University of Culture

Abstract. The publication is devoted to the study of the peculiarities of the national interpretation of wooden church sculpture in Russia. The work actualizes the historical aspects of the creation of Russian religious sculpture. The author focuses on the adoption of Byzantine trends in the formation of Orthodox church sculpture in Russia. A comparative analysis of the main art centers for the creation of Russian religious decorative and applied art is presented. The author pays special attention to Siberian religious sculpture.

Keywords: Orthodox church sculpture, religious decorative and applied art, early Christian art, ancient Russian art.

Тема сакрального искусства является актуальной и значимой во все времена. Однако частные аспекты проявления религиозного искусства, в том числе деревянная скульптура до сих пор остаются малоизученными. В первую очередь, это связано с тем, что в XX веке церковное искусство, рассматривалось достаточно узким кругом ученых (П. А. Флоренский, Ю. А. Олсуфьев, Г. К. Вагнер, И. Э. Грабарь). Исследования, посвященные церковной деревянной скульптуре, только недавно начали циркулировать в научном обороте. Искусство Сибирского региона чаще всего остается на периферии исследовательского интереса.

Прототипами деревянной церковной скульптуры стали ранние византийские рельефы, внедренные в интерьер православного храма. Основными сюжетами изображения являлись евангельские сцены или иллюстрации к греческим басням. Чуть позже стали оформляться рельефные иконы с изображением культового образа св. Георгия-воина.

В последствии подобные мотивы прослеживаются и в русском религиозном искусстве. Также заметно слияние западной и византийской традиций в исполнении сакральных рельефов эпохи Палеологов. Переломным моментом в создании деревянной скульптуры стало изображение св. Климента Охридского, выполненное высоким рельефом. Предположительно, икона была частью надгробия, крышкой раки. Подобные мотивы также стали популярными на Руси. Византийский стиль в русском искусстве прослеживается эпизодически, фрагментарно.

Русь заимствовала основные законы иконографии и классическую основу и продолжила развитие в контексте национальной идентичности. Ярким примером послужил Троицкий мастер Амвросий, который в своем творчестве синтезировал византийские и русские мотивы, создав собственную традицию деревянной резьбы.

Деревянная рельефная резьба на Руси активно развивалась именно благодаря народным мастерам своего дела. Со временем фольклорный уровень работы с деревом постепенно вырос до настоящего профессионализма. Так, впервые в городах Русского Севера стали появляться резные иконостасы в контексте столичных тенденций. Храмовая пластика Урала также уникальная по своей сути, берет корни именно в северной традиции. Пермская скульптура оказалась более красочной и орнаментальной по сравнению с

северной. Данный факт говорит о приверженности к восточным традициям христианства. Основными сюжетами русской сакральной пластики становится изображение святых, почитаемых среди народа: Параскевы Пятницы, Николы Можайского, а также Георгия Победоносца. Также было выявлено, что именно пермская скульптура занимает промежуточное положение между северной и сибирской.

В сакральной пластике Красноярского края преобладают сюжеты «Распятие с предстоящими» и «Крещение с предстоящими». В частности, это скульптурные изображения Иоанна Богослова и Богородицы. Фигура Христа представлена единичными экспонатами и также вне описанных композиций. Отдельно стоит отметить небольшой размер памятников. В среднем сумма трех измерений не превышает полуметра. Миниатюрные сакральные фигуры располагались в основном в навершии иконостаса, а также в православном декоре храма. Соответствие канону в скульптурах весьма спорно. Чувствуется иконографический базис, однако интерпретация во многом вольная. Остро ощущается самобытное влияние сибирских резчиков. В отличие от пермской скульптуры, в данном случае можно видеть использование цветных красок в скудном количестве. В основном, в цвете показано одеяние богоматери, а также карнация центральных персонажей. Многие фигуры непропорциональны в исполнении, в круговую моделирована только голова, остальная часть фигуры выполнена высоким рельефом или обобщена.

Помимо этого, большую часть сибирского религиозного ДПИ формирует собрание музеев г. Иркутска.

Скульптуры музейного собрания галереи сибирского искусства Иркутского областного музея датированы XVIII-XIX вв. Было выявлено, что большинству памятников характерна некая образность, которая проявляется в отходе от канонического изображения. Сакральные скульптуры принимают форму народного мифа и становятся частью коллективной сибирской духовности. Также анализ показал высокую коммуникативную функцию скульптурных образов в контексте концепции метаморфемы. Подобным образом многие экспонаты метафорически становятся проводниками в мир христианской духовности. Стоит отметить, что в иркутской коллекции количественно преобладают образы предстоящих. Фигура Христа представлена в единичном экспонате, вероятно, располагающимся в навершии иконостаса. Образ святого Николы Можайского в абсолютном большинстве изображается в контексте рельефных деревянных икон. Многочисленные интерпретации Богоматери и Иоанна Богослова, предстоящих к распятию, исполнены в рамках канона. Также экспонаты именно этой скульптурной группы наиболее приближены к полноценной круглой скульптуре.

Сибирское религиозное ДПИ было сформировано на основе традиций Русского Севера и Урала. Основными центрами церковного искусства стали Красноярский край и Иркутская область. Пластика Енисейского района отличается миниатюрными размерами и более насыщенной тонировкой фигур. Также в музейном собрании преобладают «Распятие с предстоящими» и «Крещение с предстоящими». Однако фигура Христа представлена единичными экспонатами. Отдельным пластом сакральных скульптур стали изображения ангелов, используемых в декоре православного храма. Отношение памятников Красноярского музея к круглой скульптуре весьма спорное. Зачастую, в круговую моделирована только голова, остальная часть фигуры выполнена в высоком рельефе, либо обобщена. Соответствие каноническому изображению также под сомнением, интерпретация сакральных образов довольно вольная. В собрании Иркутского музея также присутствуют подобные скульптурные образы. Однако они концептуально отличаются от красноярских размерами и декором. Также стоит сказать о том, что в музейном собрании отсутствуют рельефные изображения ангелов. Подобно опыту Красноярска, в данном случае самым популярным религиозным сюжетом становится «Распятие с предстоящими». Экспонаты Иркутского музея исполнены в рамках канона и наиболее приближены к полноценной круглой скульптуре.

Список источников:

1. Бурганова, М. А. *Русская сакральная скульптура* / М. А. Бурганова. – М., 2003. – 288 с.: ил.; 78 цв. ил. – Текст непосредственный.
2. Бурганова, М. А. *Художественный образ русской церковной скульптуры* / М. А. Бурганова // *Декоративное искусство и предметно-пространственная среда. Вестник РГХПУ им. С.Г. Строганова*. – 2014. – № 3. – С. 39-49. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22743938> (дата обращения: 28.02.24).
3. Власова, О. М. *Пермская деревянная скульптура древнерусской традиции* / О. М. Власова // *Челябинского государственного университета*. 2011. № 13 (228). С. 159-165. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17799766> (дата обращения: 28.02.24).
4. *Каталог выставки «Резные иконостасы и деревянная скульптура Русского Севера»* / под редакцией Т.М. Кольцовой. Архангельск, Москва. – 1995. – 212 с. – Текст непосредственный.
5. Корнева, В. А. *Национальная интерпретация создания православной церковной скульптуры на Руси* / В. А. Корнева // *Развитие личности средствами искусства*. Саратов, 2024. С. 180-187.
6. Корнева, В. А. *Тенденции развития православной церковной скульптуры в диалоге времен* / В. А. Корнева // *Искусство глазами молодых*. Красноярск. – 2024. – С. 114-116.
7. Кузнецова, В. С. *Экзистенциально-катафатический аспект восприятия православной деревянной скульптуры на примере Саваофа (Иркутск, XVIII в.)* / В. С. Кузнецова // *Известия Иркутского государственного университета. Серия: Политология. Религиоведение*. 2022. № 42. С. 109-116. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49935450> (дата обращения: 28.02.24).

8. Мусат, Р. П. Истоки формирования скульптурного искусства на территории Красноярья / Р. П. Мусат, Д. О. Шавлыгин // Университетский научный журнал. – 2021. – № 61. – С. 89-99. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46139780> (дата обращения: 28.02.24).

ВЛИЯНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ НА ТВОРЧЕСКИЕ ПРОФЕССИИ

Костикова Екатерина Игоревна

Кемеровский государственный институт культуры

Научный руководитель: Мелкова Светлана Васильевна, канд. техн. наук

katekost242@gmail.com

Аннотация. Данное исследование выявляет особенности влияния нейросетей на творческие профессии, предлагая возможные пути решения урегулирования последствий: эксклюзивное право человека, обесценивание ручного труда, монетизация

Ключевые слова: авторское право, нейросеть, искусственный интеллект, творческая деятельность, творческие профессии.

INFLUENCE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON CREATIVE SPHERE

Kostikova E. I., Kemerovo State University of Culture

Melkova Svetlana Vasilievna, PhD in Technical Sciences, Kemerovo State University of Culture

Abstract. This study reveals the peculiarities of the influence of artificial intelligence on creative profession, suggesting possible ways to resolve the consequences: exclusive human right, devaluation of manual labor, monetization, copyright.

Keywords: neural network, artificial intelligence, creative activity.

Актуальность: Нейросети способны не только изменять изображения, но и создавать изображения ранее не существовавшие. Это ставит под риск существования многих творческих профессий. Так же существует сложность с распознаванием работы нейросети. Нейросеть справляется быстрее с задачами визуализации, способна к глубинному обучению. Это создает право эксклюзивности человека на творческую деятельность.

Объект исследования: нейросеть.

Предмет исследования: особенности влияния нейросетей на творческую сферу.

Цель статьи: показать разные точки зрения на появление нейросетей в искусстве.

Задачи: изучить принцип работы нейросети; изучить наиболее популярные нейросети; провести опрос специалистов; изучить влияние на творческую деятельность.

Методы исследования: терминологический, интервьюирование (метод Дельфи), сравнительный анализ.

База исследования: кафедра дизайна Кемеровского государственного института культуры.

Глава компании Brain Corp, математик Евгений Ежекевич интерпретирует понятие искусственный интеллект, как граф, состоящий из искусственных нейронов, пытающихся моделировать нейроны головного мозга человека.

Александр Крайнов, директор по развитию искусственного интеллекта в Яндексе, описывает нейрон, как простую математическую формулу, в основе которой лежит передача различных сигналов другому нейрону. Данные нейроны в совокупности дают сеть искусственных нейронов, работа которых позволяет запрашивать определенную информацию в осмысленном и обобщенном виде. Однако, для получения ожидаемого результата необходимо изначально подобрать определенный параметр для каждого нейрона. Таким образом, строится обучение нейрона и нейронной сети.

Математик и разработчик нейросетей Михаил Бурцев подчеркивает, что нейросеть является определенной программой с разной мощностью в основе которой лежит искусственный интеллект, ее работа осуществляется посредством запуска нейросети на различных гаджетах и сайтах [7].

Нейроэстетика, также называемая эмпирической эстетикой, – достаточно молодое направление в науке, сосредоточившееся на исследовании восприятия искусства с позиций достижений изучения неврологии, физиологии мозга, психологии [6]. Нейроэстетика исследует передачу и обработку чувств в мозговой деятельности [8]. Благодаря экспериментам Зеки, ученый, с позиции физиологии и исследований мозга выявил реакцию их организмов на всемирные шедевры известных художников. Было доказано, что при восприятии изображений и музыки, которые большинством считаются красивыми, активизируется медиальная орбито-фронтальная кора (англ. medial orbito-frontal cortex). Нейробиолог Бевил Конвем из колледжа Уэлсли и музыковед Александр Реддинг ставят под вопрос, приведет ли анализ произведений искусства, какими бы

знаменитыми они ни были, к универсальным принципам красоты, определений общих принципов восприятия искусства [5].

Было проведено исследование наиболее востребованных нейросетей и выявлено топ 10 наиболее используемых нейросетей:

1. AUTODRAW. Сеть предложит вам несколько «более правильных» вариантов вашего рисунка.
2. PALETTE. Преобразует черно-белое изображение при загрузке в цвете.
3. PHOTOROOM. Отделяет определенный фрагмент фотографии от фона.
4. WATERMARKREMOVER. Удаляет ватермарки с изображения.
5. TOPAZ GIGAPIXEL. Улучшает качество изображения
6. FACEAPP. Изменяет лицо.
7. NAMELIX. Создает логотип из твоих запросов.
8. DALLÉ. Создает изображения по текстовому описанию на английском языке.
9. CHAT GPT. Создание кратких текстовых фрагментов на основе запросов и ключевых слов; создание композиции музыкальных произведений и песен; взаимодействие с кодом; перевод с одного языка на другой и отладку; предоставление ответов на вопросы; создание сценариев с задачами для героев и разработка новых эпизодов популярных телесериалов; создание игр на основе фильмов; планирование и расчеты; управление другими нейронными сетями.
10. MIDJOURNEY: может создавать картины; имитировать стилизации в духе популярных фильмов; выдумывать облики сказочных существ; улучшать предоставленные ему изображения; перерисовывать, адаптировать и менять стиль.

Одним из первых нейро-художников стал Джейсон Аллен, признанный победителем в категории «Цифровое искусство/Цифровая обработки фотографии» на Ярмарке штата Колорадо. Для создания картины на рисунке 1 «Пространственный театр Оперы» (Theatre D'opéra Spatial) глава Incarnate Games применил Midjourney – коммерческую программную модель для синтеза изображений [10].



Рисунок 1 - Джейсон Аллен «Пространственный театр Оперы»
(Theatre D'opéra Spatial)

Важным вопросом сегодня стали возможности и этика работы нейросетей в качестве творцов. В основе искусственного интеллекта используются алгоритмы, основанные на качественном и количественном анализе творчества многих художников и реакции зрителей. Поэтому можно говорить о вторичности подобных произведений [3].

На данный момент люди, которые участвовали в создании нейросетей и IT технологий разделились на несколько мнений:

Нейросети могут нести потенциальную угрозу обществу (Джеффри Хинтон, Илон Маск, Татьяна Черниговская).

-Нейросети не могут нести потенциальной угрозы обществу (Ларри Пейдж, Марк Андрессен).

Джеффри Хинтон уволился из Google и присоединился к тем, кто видит в подобных достижениях опасность для человечества, хотя до этого он занимался разработкой искусственного интеллекта в течение 25 лет. Хинтон опасается, что интернет будет наводнен фальшивыми фотографиями, видео и текстами,

созданными ИИ, при этом обычный человек «больше не сможет знать, что является правдой» [1]. Илон Маск считает, что настоящая долгосрочная проблема искусственного интеллекта заключается в том, что он не просто переступит границы дозволенного и станет автономным, но его будет невозможно отключить. Также ИИ может контролировать людей с помощью слов. Основатель «Google» – Ларри Пейдж стремится создать «цифрового бога», а каждый кто верит в это, является специалистом, который заботится о людях [12]. Для Марка Андриссена искусственный интеллект является неким помощником, который улучшит и ускорит решение определенной задачи [9]. Татьяна Черниговская считает, что правовая сторона вопроса искусственного интеллекта никак не проработана. Она считает, что никакого обратимого пути назад нет, идет самоорганизация сетей [11].

Было проведено интервьюирование специалистов в творческой сфере с помощью метода Делфи. Целью, которого было понять, как люди в творческой сфере относятся к появлению нейросетей.

Анализ исследования показал, что 50% респондентов относится к нейросетям нейтрально, 16,5% с осторожностью, 16,5% положительно и остальные отрицательно (17%). 83,5% опрошенных отметили, что нейросети могут помочь им в их деятельности, только 15,5% отметили, что нейросети не могут им ничем помочь. Так же можно отметить, что чуть больше половины (58,5) респондентов использовали нейросети по различным причинам, 25% респондентов планируют попробовать нейросети, но не пользовались ими на данный момент. Так, только 16,5% опрошенных не использовали нейросети и не говорили о том, что планируют их изучать для чего-либо. Неоднозначное мнение о влиянии нейросетей на творческую деятельность складывается у половины респондентов (49,9%), они видят в этом как положительное влияние, так и возможные пути отрицательного воздействия. 33,3% опрошенных видят в нейросетях некоего помощника, 8,3% осторожно относятся к появлению нейросетей в творческих профессиях, 8,3% резко негативно относятся к влиянию нейросетей на творчество. Об опасности нейросетей на творческую деятельность мнения разделились. 42%, на сегодняшний день не видят угрозы в нейросетях, однако считают возможно опасной в будущем. Вторая группа, 42%, считают нейросети угрозой. Третья группа из 16% отмечают нейросети не опасными для творческой деятельности.

В следствии всего вышеперечисленного ставится вопрос о последствиях работы с нейросетью и как с ними справляться: авторское право, монетизация.

Авторское право. В настоящее время ставится вопрос об определении принадлежности авторства произведений, созданных человеком совместно с нейросетями. Лучшим решением по мнению автора будет соавторство нейросети и пользователя. Указание кто создал данную нейросеть, ее название, а также пользователь, настроивший нейросеть определенным образом.

Монетизация. Необходимо определить субъект и принцип получения денежной оплаты при соавторстве с нейросетью, а также необходимость платы за ее использование на коммерческой основе. Следует разделять на разные группы нейросети имеющие платный и бесплатный доступ, в случае монетизации произведений, созданных при помощи бесплатной нейросети, производить некоторые отчисления в пользу авторов данной нейросети [4].

В мировой истории с развитием механизации труда человечество боялось потери своих профессий. Однако, художники, не смотря на появление фотографии, пишут картины, с появлением кино артисты продолжают выступать в театре. С появлением машинного труда необходимы новые профессии и специалисты [2].

Автор хочет обратить внимание на то, что нейросеть не способна создавать идеи, ввиду отсутствия идеи и смыслов, она может соединить картинки заимствуя их из реально существующий произведений. Для появления идеи нужен медиатор-человек. Он должен ее придумать, интерпретировать, придать ей внутренний визуальный образ, вербализовать его в запрос и передать программе. На выходе, полученный визуальный образ будет отличен от его воображения, ввиду того что стартовый набор образов человека и машины разный.

В настоящее время нейросеть уже создала список из двадцати профессий, которые она заменит в ближайшем будущем.

№	Профессия	№	Профессия
1.	Специалист по вводу данных	2.	Представитель службы поддержки
3.	Корректор	4.	Помощник юриста
5.	Бухгалтер	6.	Переводчик
7.	Копирайтер	8.	Маркетолог по исследованию рынка
9.	Менеджер по социальным сетям	10.	Планировщик встреч
11.	Телемаркетолог	12.	Виртуальный помощник
13.	Транскрипционист	14.	Турагент
15.	Репетитор	16.	Репортер новостей

17.	Аналитик технической поддержки	18.	Email-маркетолог
19.	Модератор контента	20.	Рекрутер

Таким образом, нейросети можно использовать в качестве одного из инструментов для создания работы, который будет упрощать определенный этап создания чего-либо, однако, работа будет так же требовать корректировки человеком вручную для достижения желаемого эффекта. Суть профессии осталась прежней, но методы и средства изменились.

Список источников:

1. «Крестный отец» нейросетей уволился из Google и заявил об опасности ИИ [Электронный ресурс] // rbc.ru [сайт], – [Б. м.], 2011-2024. – URL: https://www.rbc.ru/technology_and_media/02/05/2023/6450c27a9a79477140712c42. (дата обращения: 27.05.2024).
2. Булыгина А. О. Роль генеративных нейросетей в обучении искусствам студентов художественно-графических факультетов // Проблемы современного педагогического образования [Электронный ресурс]. – 2024. – №78-3. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-avtorskogo-prava-i-prava-intellektualnoy-sobstvennosti-v-svyazi-s-ispolzovaniem-ai-tehnologiy-neyrosetey>. (дата обращения: 25.05.2024).
3. Графов Н. В. Проблемы авторского права и права на интеллектуальной собственности в связи с использованием AI технологий (нейросетей) // Право и управление [Электронный ресурс]. – 2024. – №6. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-avtorskogo-prava-i-prava-intellektualnoy-sobstvennosti-v-svyazi-s-ispolzovaniem-ai-tehnologiy-neyrosetey>. (дата обращения: 25.05.2024).
4. Маслоу А.Г. Мотивация и личность. – Санкт-Петербург: Питер, 2008. – 352 с.
5. Налбандян С. Нейроэстетика: нейробиологическая теория и иллюстрации из искусства // Научные обзоры. – 2008. – Том 33, N 4. – С. 357-368.
6. Пивоваров А. В. «Почему нейросети стали пугать» [Электронный ресурс] // youtube.com [сайт], – Москва, 2018-2024. – URL: https://www.youtube.com/clip/Ugkx48U5Y7_LWBk9zC3cC1aJiw6Xqnq3lyOG. (дата обращения: 25.05.2024).
7. Поппер Ф. Техно-научное искусство. – США: Пресса Массачусетского технологического института – 2007. – С. 190-197.
8. Андриссен М. Почему ИИ спасет мир [Электронный ресурс] // a16z.com [сайт], – [Б. м.], 2011-2024. – URL: <https://a16z.com/ai-will-save-the-world/> (дата обращения: 25.05.2024).
9. Созданная искусственным интеллектом картина возмутила художников [Электронный ресурс] // rbc.ru [сайт], – [Б. м.], 2011-2024. – URL: <https://www.rbc.ru/life/news/6310ab5e9a79474c51403c6c> (дата обращения: 25.05.2024).
10. Черниговская Т. В. «Помните это» [Электронный ресурс] // youtube.com [сайт], – Москва, 2021-2024. – URL: https://www.youtube.com/watch?v=IMN8mwqhw0U&ab_channel=Ктобымознодумать%21 (дата обращения: 25.05.2024).
11. Fox News. Tucker Carlson «Elon Musk tells Tucker potential dangers of hyper-intelligent AI» [Электронный ресурс] // youtube.com [сайт], – Москва, 2023-2024. – URL: https://www.youtube.com/watch?v=a2ZBEC16yH4&ab_channel=FoxNews (дата обращения: 25.05.2024).

ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ ВИРТУАЛЬНЫХ ЭКСКУРСИЙ В ГОРОДСКИХ УЧРЕЖДЕНИЯХ КУЛЬТУРЫ

Лазарева Диана Владимировна

Кемеровский государственный институт культуры

Научный руководитель: Паничкина Елена Васильевна, к. полит. наук

dianala2003@mail.ru

Аннотация. Актуальность виртуальных технологий обусловлена сложными процессами трансформации социальной реальности. Эти изменения связаны с активным проникновением новых информационных технологий, оказывающих влияние на изменение всех социальных отношений и социальных процессов. Внедрение проекта мультимедийных выставок в городское пространство. Позволит улучшить восприятие и представление о картинах великих художников.

Ключевые слова: виртуальные экскурсии, учреждения культуры, коммуникационные технологии

EXPERIENCE IN THE IMPLEMENTATION OF VIRTUAL EXCURSIONS IN URBAN CULTURAL INSTITUTIONS

Lazareva D. V., Kemerovo State University of Culture

Panichkina E.V. PhD in Political Sciences, Kemerovo State University of Culture

Abstract. The relevance of virtual technologies is due to the complex processes of transformation of social reality. These changes are associated with the active penetration of new information technologies, which have an impact on changing all social relations and social processes. Implementation of the multimedia exhibition project in urban space. It will improve the perception and perception of paintings by great artists.

Keywords: virtual tours, cultural institutions, communication technologies.

Искусство представляет собой способ освещения и отражения реальности через создание произведений, способных вызвать эмоциональный отклик у зрителей. Кроме того, общество использует искусство для восприятия и осмысления окружающего мира. Одной из основных функций искусства является удовлетворение двух духовных потребностей человека: любви к прекрасному и стремлению к получению эстетического удовольствия.

Искусство - является деятельностью в творчестве по созданию эстетичных произведений искусства, а также сохраняет и доводит до всеобщего сведения путем включения их в процесс коммуникации общества тем или иным способом, оно представляет собой один из векторов освоения человеком мира, присутствующий в любом обществе, любой культуре, соответствующий основам эстетических потребностей человека.

Мы находимся в эпохе цифровой трансформации, где общество переходит от индустриальной эпохи к эпохе компьютерных технологий. Сегодня цифровые технологии прочно укоренились во всех сферах человеческой жизни – от профессиональной деятельности до повседневных занятий, от социальных взаимодействий до межличностного общения. Понятия интерактивности и мультимедиа становятся все более распространенными и привычными.

За последние десять лет технические возможности создания, представления и хранения информации значительно усовершенствовались, что привело к широкому использованию новейших цифровых технологий в выставочной и музейной сфере. Одним из основных преимуществ мультимедийных решений для музеев и выставочных пространств является возможность представления информации не только более полно, но и более творчески, что способствует увеличению интереса посетителей к экспозиции и лучшему усвоению информации. Музеи и выставочные центры стали активно применять интерактивные мультимедийные технологии, и в России уже накоплен значительный опыт организации выставочных пространств с использованием таких технологий. Однако внедрение цифровых технологий в музейное пространство может быть более сложным, особенно если требуется модернизация уже существующих экспозиций. Поэтому вопрос применения мультимедийных технологий в музейном пространстве требует особого внимания.

Мультимедийная выставка – это инновационная технология в области маркетинга, которая направлена на эффективное продвижение товаров. Динамичные образы всегда привлекают больше внимания посетителей, чем статичные экспонаты. Современные технологии позволяют создавать объемные изображения на плоской

поверхности с имитацией их текстуры и свойств. Даже демонстрация экспонатов в действии становится возможной.

Индустрия мультимедиа играет большую роль в формировании культуры современного постиндустриального общества. В современном мире цифровые технологии стали неотъемлемой частью культуры, которая расширяет возможности медиапространства. В свою очередь, мультимедийные проекты стали отличительной чертой современного искусства и медиакультуры.

В связи с внедрением современных технологий, на смену обычным витринам и размещения картин на стенах выставочного зала пришли мультимедийные системы, которые отображают картины художников. Эта демонстрация искусства не только способствует расширению возможностей для изучения всех деталей работ великих художников, но и усиливает эффект присутствия зрителя на протяжении всего действия картины.

Актуальность данной курсовой работы заключается в изучении мультимедийной выставки и ее влияние на городское пространство. Анализ и исследование внедрения мультимедийных выставок в городское пространство. Разработка проекта, направленного на улучшение городского пространства и представление картин великих художников.

Объектом исследования является мультимедийная выставка. Предметом исследования - мультимедийная выставка живые полотна «Люмьер-Холл» в городе Москва.

Цель данной работы является – анализ внедрения мультимедийных технологий в городское пространство и применение таких технологий в городской среде на примере работы креативного пространства «Люмьер-холл» в г. Москва.

Задачи:

1. Рассмотреть мультимедийные технологии.
2. Рассмотреть мультимедийные выставки
3. Изучить выставку «Люмьер-Холл».
4. Разработать проект по созданию мультимедийной выставки «живые полотна» в городе Кемерово.

Мультимедийная выставка - это инновационная технология в области проведения выставок, которая направлена на активное привлечение посетителей. Мультимедийная выставка – это то, что человек получает в одно и то же время через различные органы чувств, объединяя при этом разнообразный контент. Приведенный пример является примером мультимедиа, который представляет собой симуляцию вождения автомобиля для прохождения экзамена в ГИБДД. Он имеет все: и графику, и звуковые эффекты, и текстовые подсказки, и интерактивное управление через игровой руль. У человека есть возможность пользоваться симуляцией, используя глаза, уши и руки. Но особое место мультимедиа занимает в обучении – причем обучать можно самые разные группы людей – школьников и студентов, граждан, сотрудников компаний, покупателей и др.

Мультимедиа относится к всеобъемлющему влиянию контента на индивида через несколько сенсорных путей, включая визуальные, слуховые, тактильные, кинестатические и вестибулярные способы. Примеры мультимедийных субъектов включают презентации и четырехмерные фильмы. Предыдущие используют анимацию, аудио-элементы и графические дисплеи, чтобы привлечь как зрение, так и слух. В отличие от этого, четырехмерные кинотеатры включают в себя различные импрессионные опыты, такие как вибрации стула, симулированные потоки воздуха, эффекты грязи, спрей воды и запахи, тем самым задействуя все пять чувств одновременно.

Введение мультимедийной технологии даёт дату концептуализации машины MEMEX, впервые предложенной известным американским ученым Ванневаром Бушем в 1945 году. Согласно его видению, зависимость от печатанной информации из предыдущего столетия стала устареть, особенно учитывая длительный процесс поиска конкретных данных через алфавитные показатели. В ответ, доктор Буш стремился разработать инновационное решение, внедряя концепцию фотоэлектромеханического устройства Memex. Хотя реальное строительство этой машины не пришло к плоду под руководством доктора Буша, его теоретическая рамка поставила основу для будущего прогресса в области мультимедийных технологий.

По задумке, информация в MEMEX должна была храниться в виде микрофильмов, а сама машина – выглядеть как письменный стол с экранами. Предполагалось, что на эти экраны проецировался бы контент с микрофильмов.

В микрофильмах должны были храниться различные книги, картинки, газеты. Специальный прозрачный валик занимался бы индексированием этого контента, то есть выдавал бы конкретный. Стоило человеку набрать на вмонтированный в стол клавиатуре необходимый код, как машина запускала проекцию, и книга возникала на экране MEMEX.

Инновационная идея заключалась в том, что поиск информации машиной должен был происходить не по порядковому номеру, алфавитному указателю или индексу, а согласно смысловому содержанию через перекрестные ссылки. Эти ссылки создает мозг человека, поэтому для навигации человек должен был использовать специальный мультимедийный шлем.

По сути, Буш не только придумал машину, а образовал концепцию мультимедиа с гипертекстом и интерактивным взаимодействием. Следующее важное событие в развитие технологии – появление первой компьютерной игры в 1952 году. Логическая игра «ОХО» которая являла собой цифровую версию «Крестиков-ноликов». Игру создал А.С. Дуглас во время своего обучения на докторскую степень в Кембриджском университете, в Великобритании. Игра на тот момент была только в единственном экземпляре и представлена на большом компьютере EDSAC. Для игры использовался вращающийся телефонный диск, подключенный к компьютеру. Каждая ячейка на сетке крестиков-ноликов соответствовала одной из цифр на циферблате. Чтобы сделать ход – поставить нолик или крестик – игрок набирал эту цифру на телефонном диске, после чего компьютер делал ответный ход.

В 1962 году после многих лет работы Мортон Хейлиг представил первое в мире VR-устройство под названиями Sensorama. Человек садился на стул, который двигался вместе с устройством, а большой стереоскопический экран и динамики создавали визуальные и звуковые картины. В устройстве использовалась аэродинамическая труба для создания воздушных эффектов, а также распылитель запахов.

Мультимедийные приложения проникают в различные области, включая рекламу, развлечения, образование, здравоохранение, торговлю, искусства и т. д. В сфере образования используются мультимедийные ресурсы, такие как видео, цифровые энциклопедии, интерактивные учебники, учебные модули, игры, оценки и стимулы, чтобы облегчить участие и понимание студентов. Использование мультимедиа в обучении позволяет людям использовать множество чувств, таким образом это стимулирует различные когнитивные процессы внутри мозга. Этот подход повышает уровень восприятия учебного материала, сокращает время обучения, и способствует более длительному хранению приобретенных знаний в долговременной памяти.

В медицине специалисты используют мультимедийные базы знаний, методики операций, каталоги лекарств. Существуют даже медицинские симуляторы. С помощью VR и роботов врачи проводят операции, учатся оказывать первую медицинскую помощь, нарабатывают навыки общения с пациентами.

Один из лидеров по использованию мультимедийных технологий игровая индустрия – компьютерных и мобильных игр, а также приставок. В них используют графику, звук, манипуляторы для управления персонажем, звуковые и визуальные эффекты, а еще элементы дополненной реальности. Фактически игрок может погрузиться в трехмерный виртуальный мир полностью, поскольку использует зрение, слух и руки (тактильность).

Мультимедийные технологии использует бизнесе – это: интерактивный рекламный и информационный контент для привлечения внимания потребителей; анимированные презентации со звуковыми эффектами на встречах с инвесторами, рекламные видеоролики и прямые эфиры с экспертами для повышения узнаваемости бренда; приложения, спецпроекты и даже электронная очередь. Помимо своего основного назначения, она собирает статистику и отчеты по услугам.

Мультимедиа используют в военной сфере чтобы обучать солдат и отрабатывать боевые и тактические навыки: как обслуживать военную технику, оказывать медицинскую помощь и действовать слаженно в стрессовых ситуациях. Например, VR- и AR-технологии используют, чтобы учиться проводить военные операции и сажать самолеты. В состав подобных тренажеров часто входит учебная кабина, которая имитирует военную технику, экран и шлем виртуальной реальности.

Технология мультимедиа революционизировала доступ к художественным выражениям, предоставляя людям возможность дистанционно взаимодействовать с различными формами творческого контента. Через мультимедийные платформы люди теперь могут слушать музыкальные композиции, смотреть цифровые версии визуальных произведений, читать электронные тексты и свидетельствовать зафиксированные выступления – все из комфорта собственных домов. Кроме того, прогресс в области мультимедийных технологий позволил пользователям участвовать в трансляциях концертов в режиме реального времени, что оказалось особенно популярным в период пандемии COVID-19.

Отдельное применение мультимедиа в сфере искусства – виртуальные туры. Человек может посещать популярный места, например, Эрмитаж в Санкт-Петербурге, находясь за сотни километров.

В дополнение к приобретению широко распространенного признания, мультимедийные выставки, известные как «живые полотна», стали все более популярными. Одним из примечательных примеров является выставка The Survivors, которая беспрепятственно интегрирует три художественных медиа: живопись, анимация и музыка. Сочетая произведения известных художников с инновационными цифровыми

технологиями, разработчики и дизайнеры создают уникальную форму анимационного фильма, который приносит их мастерские в жизнь. Этот многочувствительный опыт укрепляется благодаря использованию успокаивающей музыки, тщательно выбранной для провозглашения конкретной атмосферы и переноса аудитории в область эстетического восхищения.

В ходе этих мультимедийных презентаций обычно предоставляется сопровождающая информация о биографиях и цитатах представленных художников. Зрители приглашаются войти в просторную, глубоко освещенную комнату, где каждая стена служит канавой для динамического отображения высокодефинированных, цифровых восстановленных произведений искусства. Эти проекции охватывают каждую поверхность в зале, включая стены, этажи и дополнительные структуры. В отличие от традиционных статических дисплеев, сеансы видео характеризуются непрерывно меняющимися изображениями, которые принесли к жизни через магию анимации. Похоже, что персонажи движутся, улыбаются и взаимодействуют со своими окружениями, создавая чувство погружения. Чтобы завершить впечатляющий опыт, организаторы событий часто включают в себя дополнительные аудиоэлементы, такие как звуковые эффекты или фоновая музыка, для дальнейшего привлечения аудитории.

На данный момент отношение в музейной среде к внедрению мультимедийных и интерактивных технологий достаточно неоднозначно. Воспринимая основную экспозицию как сложившийся организм, сотрудники музеев стараются избегать технологических новшеств. Многие из них сходятся во мнении, что применять технологии следует только в тех случаях, когда раскрыть сущность предметов или идею экспозиции иными средствами невозможно. Некоторые убеждены, что технологии мультимедиа уместны лишь для временных выставок.

И все же никто не отрицает того факта, что развитие в направлении мультимедиа приводит к популяризации музея. Ведь сейчас, чтобы привлечь потенциального посетителя, недостаточно использовать только пространственные и экспозиционные ресурсы. Какая бы ни была причина, так или иначе большинство музеев сейчас приходит к осознанию необходимости в модернизации. Однако, музей, вставший на путь использования мультимедиа-технологий, не всегда оказывается доволен результатами этого выбора, что в глобальном смысле может привести к полному разочарованию в этом инструменте.

Мультимедийные технологии всё больше проникают в нашу жизнь. Мультимедиа являет собой сочетание разных форм подачи информации. Мультимедиа играет важную роль в жизни общества и охватывает такие области применения, как: обучение, программирование, атак же использование мультимедиа облегчило работу профессионалов от разработки диалога, а также разных видеоэффектов.

Мультимедийные технологии сейчас очень активно используют для развития городской структуры. Решаемые мультимедиа задачи охватывают все области интеллектуальной деятельности: науку и технику, образование, культуру, медицину, бизнес, искусство, а также применяются в среде обслуживания при создании электронных гидов с погружением в реальную среду. Вывод таков, что современные мультимедийные технологии используются в самых различных областях, сферах и отраслях, и для наиболее детального рассмотрения применения мультимедиа будут выбраны сферы образования и бизнеса.

Мультимедийные выставки проходят по всему миру уже второй десяток лет. Основная их идея – дать возможность посетителям оказаться внутри картины, детально рассмотреть небольшие фрагменты, вызвать интерес к творчеству художника. Для этого оцифрованные в высоком качестве картины проецируются на все поверхности зала – стены, пол, дополнительные конструкции. И это не статическая проекция, видеоряд состоит из последовательно меняющихся картин, на которых средствами анимации «оживают» персонажи, плывут по небу облака, летят птицы, течет вода. Для создания полностью иммерсивного пространства организаторы сопровождают показ соответствующими аудио эффектами или фоновой музыкой.

Первые интерактивные выставки появились в Европе и Америке еще в 90-е годы. А в Москве подобное событие впервые произошло в 2014-м, когда в центре дизайна ARTPLAY прошла выставка «Ван Гог. Ожившие полотна». Проект привлек около 200 тысяч посетителей, и организаторам удалось на билетах заработать почти 50 млн рублей. Правда, выставка была куплена у австрийцев и привезена в Россию по франшизе, так что первая прибыль была не столь ощутима. Но затем выставка прошла и в Петербурге с не меньшим успехом. И после Artplay Media стала создавать собственные проекты.

Сейчас мультимедийные представления проходят на различных площадках в Москве и в других крупных городах России. Это и «Я-Айвазовский», и «Леонардо Да Винчи. Тайна гения», и «Рерих – живые полотна», и «Фантазмагория Арчимбольдо» и многие другие. Однажды оцифрованные картины Сальвадора Дали, Ван Гога, Босха, Микеланджело, Фриды, импрессионистов и модернистов демонстрируют в виде слайд-шоу в разных арт-пространствах, лишь немного меняя названия. И отличаться они могут качеством изображения и звука.

Когда в 2015 году такое пространство появилось на Artplay в Москве, казалось, что интерес к такому способу популяризации картин великих художников скоро пройдет. Ведь серьезного, содержательного контента для зрителей на них не предусматривалось.

Однако, и в России, и в Европе, и в Азии, и в США количество таких мультимедийных выставок растет, зрители голосуют рублем. Лидерами «проката» стали Ван Гог и Моне. Организаторы, стремясь к эффекту максимального погружения в атмосферу картин, используют уже не только звуки и визуальные образы, но и запахи: одорируют пространство ароматами кипариса, кедра, сандалового дерева, мускатного ореха с оттенками лимона и ветивера, чтобы перенести людей в атмосферу садов и полей. В дополнение к тотальной проекции посетителям предлагается посидеть в настоящей лодке и насладиться восходом солнца, прогуляться по японскому мостику с картины Моне, посетить мастерскую художника с помощью 3D очков. В Чикаго даже воспроизвели в реальности комнату с картины Ван Гога, в которой можно пожить за умеренную плату. В Канаде и США в период ковид ограничений при закрытых музеях работали только мультимедийные выставки. Для соблюдения требований по изоляции для их проведения использовались огромные пространства, посетить которые можно было на личном автомобиле.

Мультимедийные выставки позиционируются как новый опыт посещения музея или даже называются иммерсивным музеем. Так в Токио сейчас проходит первая выставка Иммерсивного музея, погружающая посетителей в картины Клода Моне, Огюста Ренуара и Эдгара Дега с помощью проекторов и дисплеев.

Организаторы выставки отмечают, что метод воспроизведения картин - световая панорамная тотальная проекция – созвучна идеям импрессионистов, изучавшим качества света: от того, как он сияет на воде, до мгновенных изменений оттенков его цвета. Часть видеосюжетов демонстрируют наложение мазков на холст, смешение красок, что позволяет посетителям глубже понять процесс создания картин.

Панорамная проекция стала продолжением идеи Клода Моне, воплощенной в залах галереи Оранжери в Париже – два овальных зала, на стенах которых соединены в диораму восемь огромных панно Моне на самую любимую его тему – кувшинки. Панорама общей протяженностью 91 метр полностью окружает посетителей. Передавая картины в дар Франции, художник завещал никогда не разделять их, так как основной его задачей было создать картину, в которую люди могли бы погрузиться с головой.

Спустя почти сто лет Иммерсивный музей развивает идею Моне на современном техническом уровне – с помощью десятков проекторов. А также помогают зрителям прикоснуться к технике художника. «Малейшие мазки краски расширяются, танцуют, окружают нас и переносят в мир современного импрессионизма. Здесь вы можете познакомиться с микроскопическим миром живописи, который невозможно увидеть на обычных выставках и в книгах по искусству. Можно сказать, что это уникальное пространство, где вы можете познакомиться с искусством так, как никогда раньше», – рассказывает Кейко Сакагами, профессор Университета Васэда, специалист по современному искусству.

Может ли мультимедийная выставка являться частью музейной деятельности по популяризации наследия? В российской и европейской традиции это отдельные пространства, редко называющими себя музеями. А вот в странах Азии музеем принято называть не только художественные галереи, но и развлекательно-образовательные центры, в экспозициях которых присутствуют только мультимедийные и интерактивные инсталляции.

Следует отметить, что мультимедийные возможности используются и в художественных музеях. Отдельным жанром стали трейлеры к выставкам художников, которые демонстрируются на дисплеях или видеостенах перед входом на экспозицию. Иногда эти трейлеры и сопровождающие выставку видеосюжеты занимают отдельный зал. На выставке «Иконы модернизма. Собрание Щукина» в фонде Louis Vuitton в Париже посетители на нулевом этаже могли посетить мультимедийную инсталляцию, созданную английским режиссером-авангардистом Питером Гринуэем и режиссером из Голландии Саскией Боддеке. Кстати, эти же авторы представили в Московском Манеже в 2014 выставку «Золотой век русского авангарда» с помощью мультимедийных технологий. Основой сюжета для фонда Louis Vuitton стали картины Матисса, которые не были представлены на выставке – «Танец» и «Музыка». Помимо проецирования самих картин для записи видео были приглашены артисты балета, воссоздавшие движения танцовщиков с картины, и актеры, сыгравшие роли Сергея Щукина, а также художников его времени.

В одном из самых известных российских художественных музеев Русском музее много лет работает Центр мультимедиа в обособленном от основной экспозиции помещении в западном павильоне-кордегардии Михайловского (Инженерного) замка. Основное направление деятельности которого – тематические электронные экспозиции и цифровые выставки, которые знакомят с музейным комплексом, собранием Русского музея посредством представления произведений искусства в мультимедийном формате. А многофункциональное экспозиционное пространство, созданное в Кузбасском центре искусств в рамках деятельности Филиала Русского музея в городе Кемерово, позволяет не только оперативно и достаточно

экономно по сравнению с реальными выставками разворачивать мультимедийные художественные экспозиции Русского музея.

В Москве сейчас тренд на необычные цифровые выставки с использованием 3D-графики, искусственного интеллекта и спецэффектов. Шесть мультимедийных выставок – от иммерсивных шоу до фиджитал искусства.

В рамках выставки-форума «Россия» на ВДНХ Минпромторг открыл проект «Сделано нами». Он с помощью мультимедийных технологий погружает в шесть отраслей российской промышленности. На переходе из «Зоны прошлого» в «Зону настоящего» находится иммерсивный кинотеатр, который даже напоминает аттракцион. Вы садитесь на платформу, которая вибрирует и движется в такт событиям на экране, а дополняют их реалистичная 3D-графика и спецэффекты – ветер, запахи, брызги. Такие технологии, считает Михаил Лыков, сооснователь компании «Вижу», которая занимается комплексной реализацией мультимедийных проектов, опережают зарубежные по ряду инноваций.

«Петр Первый. Рождение империи». Еще одна интерактивная выставка на ВДНХ показывает пути развития России через призму личности государя и его сподвижников. В 18 залах на площади около 2,5 тысячи квадратных метров разместились десять тематических зон. Каждому гостю выдается индивидуальный бейдж, который позволяет взаимодействовать с инсталляциями и принимать решения. Выбранные ответы влияют на ту должность при дворе Петра I, которую посетитель увидит в конце экспозиции при помощи фотомеханики на основе нейросетей. Эта технология мгновенно обрабатывает лицо, учитывая индивидуальные особенности, и примеряет его к образу. Так, гости создают цифровые сувениры и забирают их себе на память.

Интерактивная зона Музея русского импрессионизма. Главное в этом художественном музее, конечно, картины. Но для тех, кто хочет лучше разбираться в импрессионизме, есть отдельная мультимедийная зона. Там сложный теоретический материал подается с помощью технологий, это усиливает впечатление от просмотра коллекции музея. Например, с помощью планшета и голографического бокса узнаете, какие цвета можно смешивать и что такое тень и рефлекс в живописи.

В иммерсионном пространстве Lumina на ВДНХ – новое цифровое шоу о древнеегипетской цивилизации. Оно посвящено 100-летию открытия Говардом Картером гробницы Тутанхамона. На мультимедийных 3D-экранах вы увидите древние пирамиды Гизы и гробницы фараонов в Долине Царей. На его создание команду Sila Sveta вдохновила поездка в Египет. Получилось масштабное реалистичное шоу, которое, кстати, даже одобрил ученый египтолог.

«Атлантида.AI». Это философское шоу, разработанное искусственным интеллектом и рассказывающее о нем же. Шоу предлагает задуматься о будущем облике мира и о том, как технологии влияют на жизнь. На выставке представлено искусство, сгенерированное нейросетями и дополненное человеком. Увидите, на что уже способны алгоритмы, и узнаете, остается ли человек по-прежнему главным творцом.

Креативное пространство «Люмьер-холл» было основано в 2015 году. Здесь проходят мультимедийные выставки, где оживают полотна великих мастеров, классические выставки и фотовыставки. Ценители кинематографа получают удовольствие от тематических кинопоказов, а на концертах и фестивалях кипит яркая, современная, полная впечатлений жизнь.

«Люмьер-Холл» – креативное пространство, расположенное на территории арт-кластера «Красный Октябрь» в центре Москвы. Это уникальный выставочный центр, оборудованный 20 панорамными экранами, на которых транслируются мультимедийные выставки и кинопоказы. Только здесь вы сможете окунуться в атмосферу искусства, насладиться красотой оживших полотен Климта, Айвазовского, Кандинского, увидеть магию цифрового мира. Также в «Люмьер-Холле» проходят концерты акустической музыки и лекции.

Выставки в «Люмьер-холле»:

1. «Айвазовский. Ожившие полотна»;
2. «Кандинский. Ожившие полотна»;
3. «Ван Гог. Живые полотна»;
4. «Дали. Живые сны»;
5. «Рерих. Ожившие полотна»;
6. «Климт. Ожившие полотна».

Каждый месяц здесь проходят лекции о разных художниках, а каждую пятницу можно послушать живую музыку в космосе.

В креативном пространстве «Люмьер-Холл» благодаря мультимедийным выставкам оживают полотна великих мастеров, ценители кинематографа получают удовольствие от тематических кинопоказов, а на концертах и фестивалях кипит яркая, современная, полная впечатлений жизнь.

В большом мультимедийном зале «Люмьер-Холла» установлено двадцать панорамных экранов с разрешением 6 тысяч пикселей. Объёмный звук, общая площадь изображения 500 квадратных метров, 2D- и 3D-анимация, технология мультиточечного проецирования создают у гостей эффект полного присутствия. Здесь, в мультимедийном зале, проходят выставки, кинопоказы, музыкальные концерты, фестивали, презентации и деловые встречи. На выставках формата «ожившие полотна» зрители могут полюбоваться картинами известных художников сразу на множестве экранов. Изображение проецируется в формате Full HD и сопровождается объёмным звуковым рядом. Картины приближаются и отдаляются, детали и предметы приходят в движение, и посетители словно погружаются в творческие миры живописцев. В «Люмьер-Холле» регулярно проходят тематические кинопоказы. Организаторы радуют эстетов подборками чёрно-белых лент, демонстрируют анимационные фильмы, устраивают ретроспективы звёздных режиссёров и балуют публику новыми хитами. Зрители располагаются на мягких пуфиках, причём сами выбирают, где их разместить. Для тех, кто предпочитает классические показы, работает зал с одним экраном. Перекусить и выпить чашечку кофе можно в кафе «Люмьер-Холла».

Пространство поделено на три зоны. Большой мультимедийно-выставочный зал, оснащенный современной техникой, предназначен для проведения выставок любого формата, деловых встреч, презентаций и культурных мероприятий самого высокого уровня сложности. Оборудование зала включает 20 проекторов Full HD, экраны размером 7×3 м, сервера на 20 потоков. Среди наиболее ярких проектов «Люмьер-холла» – масштабная мультимедийно-образовательная выставка «Живые полотна», в рамках которой 200 работ знаменитых художников – Левитана, Климта, Моне, Ван Гога, Васнецова – оживали под музыку Моцарта, Чайковского, Баха. Благодаря проекционному изображению в формате Full HD посетители экспозиции попадали прямо в мир, созданный живописцами. Творческая мастерская – площадка для работы и отдыха, где проходят мастер-классы, творческие встречи, кофе-брейки. Посетители могут воспользоваться двумя проекторами Full HD и мольбертами.

Большие экраны и объёмный звук дают возможность лучше понять образную систему художника, проследить за движением его мысли, рассмотреть детали полотен и ощутить себя «внутри» таких произведений. Посетителей ожидает знакомство не только с самими холстами, но и историей их создания, а также биографией автора.

Креативное пространство «Люмьер-холл» – это место, где собираются люди, увлеченные искусством и технологиями. Оно расположено в центре Москвы, в здании бывшей электростанции. «Люмьер-холл» – это многофункциональное пространство, которое объединяет в себе выставочные залы, кинотеатр, лекционную площадку и мастерские. Здесь проводятся выставки современных художников, мультимедийные шоу, фестивали и концерты. Одним из самых интересных проектов «Люмьер-холла» является выставка «Цифровая революция». Эта экспозиция посвящена новым технологиям и их влиянию на человечество. Здесь можно увидеть интерактивные инсталляции, виртуальную реальность и другие современные технологии.

Кроме того, в «Люмьер-холле» можно посетить мастерские по созданию фильмов, видеоигр, анимации и многому другому. Здесь работают профессиональные преподаватели и специалисты в области технологий и искусства. Главной целью «Люмьер-холла» является развитие культуры и искусства, а также пропаганда новых технологий. Это место, где можно получить новые знания и вдохновение, познакомиться с интересными людьми и провести время с пользой для души и ума.

Проект по созданию выставки живые полотна в городе Кемерово

Идея: создать выставку «живых полотен» в городе Кемерово.

Оригинальность заключается в том, что это будет первая большая интерактивная выставка с использованием мультимедиа, где будут представлены живые картины.

Цель: проведение выставки в кузбасском центре искусств.

Задачи проекта:

1. Выявить интерес у молодежи к искусству.
2. Расширить кругозор у посетителей.
3. Привить чувство прекрасного.

Swot-анализ:

Сильные стороны проекта:

1. Приобщение кемеровчан к современному искусству через использование мультимедиа.
2. Увеличение числа в городской среде тематических художественных проектов.
3. Поддержка и формирование имиджа кузбасского центра искусств.
4. Укрепление сотрудничества института и КЦИ.

Слабые стороны проекта:

1. Сложность восприятия формата выставки.

Угрозы проекта:

1. Отключение электричества.

Возможности проекта:

1. Увеличение интереса людей к изучению современного искусства.
2. Сотрудничество со специалистами и искусствоведами столичных музеев.
3. Поддержка городской и областной администрации.

Ресурсы:

Финансовые ресурсы:

1. Спонсоры денежных средств для поддержания проекта.
2. Грантовые средства

Человеческие ресурсы:

1. Сотрудники кузбасского центра искусств.
2. Директор «русского музея»
3. Оборудование для выставки.
4. Специалисты искусствоведы.
5. Услуги сторонних организаций.

Материально-технические ресурсы:

1. Предметы снабжения, фуршетного стола.
2. Техническое оборудование.
3. Зал.
4. Оборудование.

Информационные технологии:

1. Информация о выставке в буклетах, афишах, на сайте.

План-график.

Названия этапов	Сроки выполнения	Результаты Выполнения
Общение с организациями, которые могут стать спонсорами	10.01.2026-19.01.2026	Обсудила с организацией проект, и договорилась о спонсировании выставки
Общение с директором центра искусств	20.01.2026	Обсуждение выставки, договорились о том, что она будет проходить.
Поговорить с директором центра искусств о заработной плате работников, участвующих в выставке и аренду зала и аппаратуры	20.01.2026-20.02.2026	Обговорили сумму. Рассчитали, как будет проходить выставка. Заплатила за аренду и зарплату сотрудникам. Обговорили день открытия выставки. И количество человек.
Поиск организации занимающейся созданием и печатью буклетов	20.02.2026-28.02.2026	Буклеты распечатаны
Поиск людей которые будут раздавать буклеты и обговорить зарплату	28.02.2026-10.03.2026	Работник начал раздавать буклеты
Общение с организациями, которые могут стать спонсорами	10.01.2026-19.01.2026	Обсудила с организацией проект, и договорилась о спонсировании выставки

Общение с директором центра искусств	20.01.2026	Обсуждение выставки, договорились о том, что она будет проходить.
Поговорить с директором центра искусств о заработной плате работников, участвующих в выставке и аренду зала и аппаратуры	20.01.2026-20.02.2026	Обговорили сумму. Рассчитали, как будет проходить выставка. Заплатила за аренду и зарплату сотрудникам. Обговорили день открытия выставки. И количество человек.
Поиск организации занимающейся созданием и печатью буклетов	20.02.2026-28.02.2026	Буклеты распечатаны
Поиск людей которые будут раздавать буклеты и обговорить зарплату	28.02.2026-10.03.2026	Работник начал раздавать буклеты
Позвонить в организацию занимающейся фуршетов и договориться о встрече, чтобы еще раз все проверить по фуршетному столу	6.06.2026-10.06.2026	Встретились обговорили все нюансы фуршетного стола, а также во сколько приедут забирать все материалы
Встретиться с директором и обсудить все ли готово к открытию выставки	20.06.2026	Встретились все обсудили, выяснили, что препятствий нет и открывать выставку можно в назначенный день
Позвонить директору «Русского музея»	25.06.2026	Позвонила, сказала, что выставка почти готова и открытие будет в назначенный день
Проверить всю аппаратуру и провести выставку перед директором и работниками центра искусств	30.06.2026	Аппаратуру проверили и показала картины, участвующие в выставке
Открытие выставки	1.07.2026	Все подготовлено к открытию

По итогам работы можно с уверенностью сказать, что поставленные цели и задачи были достигнуты. Было дано определение современному искусству, изучены мультимедийные технологии. А так же рассмотрены метод, которые способствовали проведению мультимедийной выставки в Москве. Дано определение и изучены виды мультимедийных выставок. Рассмотрено влияние мультимедийных выставок на учреждения культуры и на человека в целом. Изучена выставка «Люмьер – Холл» в городе Москва, и какие присутствуют мультимедийные выставки. Рассмотрена технология создания выставки живых полотен. Представлено бессознательное и его влияние на написание картин. Изучено направление мультимедийных технологий, которые возможно использовать для проведения выставок, а также изучено для чего обществу нужно внедрение новых видов выставок. Исследовано влияние технологий на музеи.

Предметом исследования в данной работе стали вопросы внедрения мультимедийных технологий в музейное и выставочное пространство, их влияния на посетителя. Выявлены типы информационного обмена, описаны основные возможности мультимедийных технологий и цифрового оборудования. Особое внимание уделялось проблемам технологической модернизации музеев. Обоснована необходимость правильного целеполагания мультимедиа-проекта на этапе концептуального проектирования, требование тематической интеграции с художественной концепцией экспозиции.

«Технология, с одной стороны, лишь инструмент культуры, с другой, является инструментом, соединенным с духовными устремлениями, воплощающий и стимулирующий запросы культуры» В эпоху

цифровизации музеев для удовлетворения запросов общества начинают все чаще обращаться за помощью к IT технологиям. Современные компьютерные технологии решают многие задачи, например: начиная от построения композиции и заканчивая виртуальным погружением в «оживший» мир искусства. Музейное пространство в 21в. стало сферой, в которой наблюдается, нестандартный и творческий подход к использованию современных технологий. Интерактивные коммуникации в современных музеях способствуют взаимодействию между аудиторией и музеем на абсолютно новом уровне: информативном, доступном, а также более понятных для восприятия. Все это позволяет музеям, особенно в онлайн пространстве, заявить о себе, так же о своих экспонатах, и привлечь большее количество посетителей. А у искусства появляется возможность выстроить экспозиции которые заинтересуют посетителей. Мультимедийная выставка способна погрузить посетителя в любую историческую эпоху, демонстрировать шедевры в самой необычной среде. Произведения, которые были созданы гениальными мастерами Просвещения, Возрождения, реализма и модернизма на протяжении уже нескольких веков не теряют интерес у общества. Приобщение все большего количества людей к изобразительному искусству становится возможным с применением современных мультимедийных и компьютерных технологий.

В искусстве сохраняются традиции, нормы и ценности, которые так необходимы для сохранения, преемственности и устойчивости человеческого бытия. Поэтому становится актуально, чтобы усовершенствование экспозиционного пространства современного музея производилась с учетом культурных традиций, а также духовных ценностей.

При использовании новых технологий у зрителя не должна отниматься возможность соприкосновения с шедеврами. Только при разумном и рациональном совмещении экспоната, глубоких знаний экспертов о нем и компьютерных технологий является залогом успешной выставки. Таким образом, изучив литературу по данному вопросу, ознакомившись с наиболее часто применяемыми технологическими разработками и посетив несколько веб-сайтов музеев, можно с уверенностью сказать, что использование в своей деятельности современных компьютерных технологий музеями не только оправдано, но и необходимо. Их рациональная активная интеграция придает музею статус современного института культуры, помогает музею сохранить свою популярность, обеспечивает доступность мирового культурного наследия не только материального, но и нематериального для всего населения мира.

При разработке проекта была представлена идея открытия выставки живые полотна в городе Кемерово. Были рассмотрены цель и задачи. Проведен анализ сильных и слабых сторон, так же выявлены возможности и угрозы для проекта. При составлении плана проекта были проанализированы многие варианты использования мультимедийных технологий в городском пространстве, а также изучены форматы выставок, проходящих в городе Москва. При разработке проекта за основу проведения выставки стал Кузбасский центр искусств, так как является самым подходящим по расположению, находится в центре города, а также есть возможность выделить место для проведения выставки живых полотен.

Список источников:

1. *Высокие технологии в музеях: современные мультимедийные решения* [Электронный ресурс] // *lcdtop*: [сайт]. — URL: <https://lcdtop.ru/stati/vysokie-tehnologii-v-muzyeyah-sovremennye-multimediynnye-resheniya> (дата обращения: 09.06.2024).
2. *Ерохин, С. В. Цифровые технологии в современном изобразительном искусстве* / С. В. Ерохин [Электронный ресурс] // *КиберЛенинка*: [сайт]. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-tehnologii-v-sovremennom-izobrazitelnom-iskusstve> (дата обращения: 23.05.2024).
3. *Заховаева, А. Г. Искусство и общество: виновато ли искусство в духовном кризисе общества?* / А. Г. Заховаева [Электронный ресурс] // *КиберЛенинка*: [сайт]. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvo-i-obschestvo-vinovato-li-iskusstvo-v-duhovnom-krizise-obschestva> (дата обращения: 26.05.2024).
4. *Живые полотна Иван Айвазовский и Николай Перих* [Электронный ресурс] // *Lumion*: [сайт]. — URL: https://lumionart.ru/livingcanvases_ar (дата обращения: 09.06.2024).
5. *Искусство: его суть, виды, жанры и история* [Электронный ресурс] // *very important lot*: [сайт]. — URL: <https://veryimportantlot.com/ru/news/blog/chto-takoe-iskusstvo> (дата обращения: 07.06.2024).
6. *Креативное пространство Люмьер-Холл* [Электронный ресурс] // *Люмьер-Холл*: [сайт]. — URL: https://vk.com/lum_msk (дата обращения: 09.06.2024).
7. *Как создают «ожившие полотна» и как еще используют эти технологии в музеях* [Электронный ресурс] // *Ростелеком*: [сайт]. — URL: <https://kemerovo.rt.ru/> (дата обращения: 09.06.2024).
8. *Креативное пространство «Люмьер-холл»* [Электронный ресурс] // *Культура.РФ*: [сайт]. — URL: <https://www.culture.ru/institutes/55095/kreativnoe-prostranstvo-lyumer-kholl> (дата обращения: 02.06.2024).
9. *Максунова, А. А. Понятие современного искусства: определение, социальные институты, направления* / Максунова [Электронный ресурс] // *КиберЛенинка*: [сайт]. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-A-A-sovremennogo-iskusstva-opredelenie-sotsialnye-instituty-napravleniya> (дата обращения: 19.05.2024).
10. *Мультимедийные выставки. Зачем на них ходить* [Электронный ресурс] // *dzen*: [сайт]. — URL: https://dzen.ru/a/ZBb_QploNysOyzIH (дата обращения: 09.06.2024).
11. *Мультимедийная выставка VS выставка с мультимедийными экспонатами* [Электронный ресурс] // *AV CLUB*: [сайт]. — URL: <https://www.avclub.pro/articles/multimedynaya-vystavka-vs-vystavka-s-multimedynymi-eksponatami/> (дата обращения: 09.06.2024).

12. Мультимедиа и мультимедийные технологии: где используются и для чего [Электронный ресурс] // Lumion : [сайт]. — URL: <https://lpgenerator.ru/blog/chto-takoe-multimedia> (дата обращения: 19.05.2024).
13. Смирнова, И. Мультимедийные выставки / И. Смирнова [Электронный ресурс] // telegra.ph.: [сайт]. — URL: <https://telegra.ph/Multimedijnye-vystavki-09-25> (дата обращения: 07.06.2024).
14. Современные средства мультимедиа и их применение [Электронный ресурс] // Молодой ученый : [сайт]. — URL: <https://moluch.ru/archive/258/59184/> (дата обращения: 07.06.2024).
15. Фурсенко, Т. Ф. Инновационные технологии на уроках мировой художественной культуры и искусства в школе / Т. Ф. Фурсенко [Электронный ресурс] // КиберЛенинка : [сайт]. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-tehnologii-na-urokah-mirovoy-hudozhestvennoy-kultury-i-iskusstva-v-shkole> (дата обращения: 20.05.2024).
16. Чебушев, Г. С. Современные средства мультимедиа и их применение / Г. С. Чебушев, А. С. Мохова // Молодой ученый. — 2019. — № 20 (258). — С. 44-47. — URL: <https://moluch.ru/archive/258/59184/> (дата обращения: 20.05.2024).

ОЦЕНКА СЛОЖНОСТИ, ПОНЯТНОСТИ И ПЕРЕВОДИМОСТИ РУССКОГО ТЕКСТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ОБРАТНОГО МАШИННОГО ПЕРЕВОДА (ЧАСТЬ 3)

Мельникова Виктория Сергеевна

Кемеровский государственный университет

Научный руководитель: Голев Николай Данилович, д. филол. н.

melnikovavika2017@yandex.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается оценка сложности, понятности и переводимости русского текста с применением метода обратного машинного перевода. На примере анализа стихотворения А. С. Пушкина «Клеветникам России» демонстрируется эффективность этого подхода для выявления особенностей текста. Метод обратного машинного перевода позволяет изучить лексическое богатство произведения, определить уровень его доступности и понять, какие элементы могут представлять трудности для восприятия читателем.

Ключевые слова: понятность текста, обратный машинный перевод, сложность, переводимость текста.

ASSESSMENT OF COMPLEXITY, UNDERSTANDABILITY AND TRANSLATABILITY OF RUSSIAN TEXT USING THE REVERSE MACHINE TRANSLATION METHOD (PART 3)

Melnikova V. S., Kemerovo State University

Golev N. D., Doctor of Philology, Kemerovo State University

Abstract. This article examines the assessment of the complexity, comprehensibility and translatability of a Russian text using the reverse machine translation method. Using the example of the analysis of A. S. Pushkin's poem "To the Slanderers of Russia", the effectiveness of this approach for identifying text features is demonstrated. The reverse machine translation method allows one to study the lexical richness of a work, determine its level of accessibility and understand which elements may be difficult for the reader to perceive.

Keywords: text clarity, reverse machine translation, complexity, text translatability.

Научная идея использования обратного машинного перевода для исследования языка и решения практических задач описывалась Н. Д. Голевым в статье «Источниковый потенциал обратного машинного перевода» [1]. Данный исследователь в области русского языка уделяет особое внимание частным разновидностям перевода, таким как обратный перевод, машинный перевод и обратный машинный перевод [4]. Вопросы сложности и понятности текста имеют важное значение в различных областях знания [2; 3; 8; 9]. «Сложность художественного произведения – это отдельная категория, которая далеко не всегда зависит от сложности языковой: она может определяться плотностью аллюзий, многозначностью слов, степенью связности текста, непредсказуемостью эпитетов и метафор, количеством сюжетных линий и многими другими характеристиками» [6]. Традиционные подходы к оценке этих параметров не всегда позволяют адекватно оценить реальное восприятие текста.

Объектом данного исследования является русский текст, а предметом – лингвокогнитивные категории понятности и переводимости, их проявление в структуре и семантике текста. Материалом исследования послужили пятая (рис.1) и шестая (рис.2) строфы стихотворения А. С. Пушкина «Клеветникам России» [10].

Цель настоящей статьи – доказать, что метод обратного машинного перевода способен давать оценку сложности, понятности и переводимости текстов.

Задачи исследования: провести эмпирическое исследование с использованием обратного машинного перевода; сравнить результаты обратного перевода с исходными текстами для выявления изменений в лексической и синтаксической структуре; оценить влияние сложности текста на его понятность через анализ результатов обратного машинного перевода.

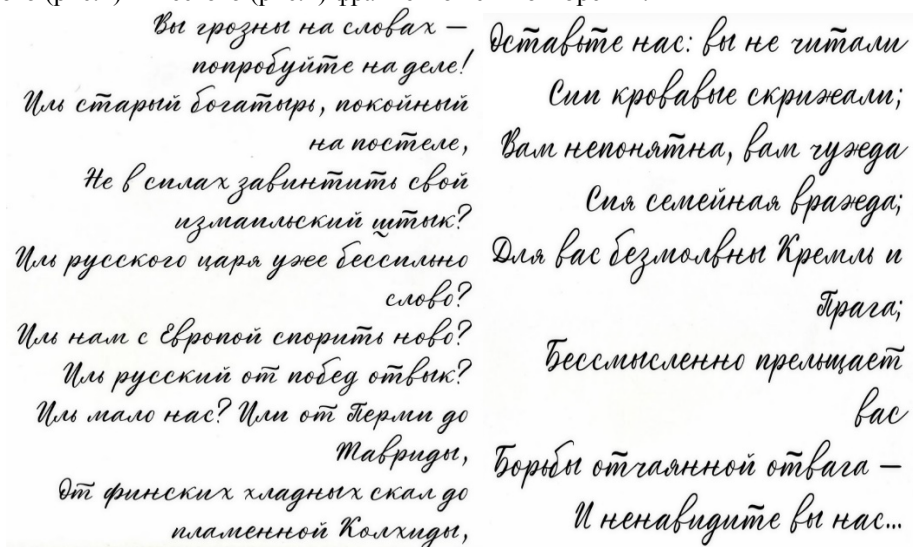
Гипотеза исследования заключается в следующем. Метод обратного машинного перевода позволяет выявлять в тексте элементы, создающие трудности для восприятия и понимания, а также предсказывать возникновение подобных трудностей у обычного читателя. Достигается это за счет анализа различий между оригинальным текстом и результатом его обратного перевода (машинного). Таким образом, это помогает

определить участки текста, где могут возникнуть семантические или стилистические искажения, снижающие качество восприятия.

Научная новизна нашего исследования заключается в гипотезе, а также в предложении нового систематизированного подхода к оценке сложности и понятности текстов с использованием метода обратного машинного перевода для анализа лексической и синтаксической сложности текстов. Пафос статьи – мониторинг возможностей подхода, гипотезы и методика, а материалом может послужить любой русскоязычный текст. «Для современной юрислингвистики все более актуальным становится феномен конфликтного текста» [7, с. 51]. Так, представленная методика была применена на материале юридических текстов [2; 9].

Для оценки сложности, понятности и переводимости русского текста был использован метод обратного машинного перевода, представленный переводческой системой [5]. Отметим, что переводчик не просто передает сообщение с одного языка на другой, но и интерпретирует его в соответствии со своим собственным пониманием и культурным контекстом, то есть переводчик, взаимодействуя с когнитивными пространствами разных языковых личностей, создает интерпретирующее понимание, порождающее новые смыслы. Исследование интерпретирующего переводческого понимания актуально в рамках современной когнитивной парадигмы. Таким образом, интерпретация в авторизованном переводе является сложным и многогранным процессом, который находится под влиянием различных факторов [11, с. 76]. Здесь актуализирована главная мысль нашей статьи. Имеем в виду: перевод = понимание (интерпретация).

В статье описываются только те моменты обратного машинного перевода строк, которые показались наиболее трудными для восприятия респондентам, проходившим опрос. Структурировано опишем по абзацам примеры из пятого (рис.1) и шестого (рис.2) фрагментов стихотворения.



5 фрагмент (рис.1):

В пятом фрагменте для выбора слова/словосочетания/фразы из списка, которые оказались непонятными, или которые вызвали трудность в первоначальном понимании, предлагались следующие варианты: Не в силах завинтить свой измайловский штык?, Иль старый богатырь, покойный на постеле, Иль русского царя уже бессильно слово?, Иль нам с Европой спорить ново?, От финских холодных скал до пламенной Колхиды, Вы грозны на словах —, Иль русский от побед отвык?, Иль мало нас?

Вы грозны на словах — / Вы сильны на словах. Синонимическая замена. Иль старый богатырь, покойный на постеле / Или старый герой, умирающий на своей кровати. Множественные синонимические замены. Не в силах завинтить свой измайловский штык? / Не можешь вернуть свой измайловский штык? Синонимические замены. Иль русского царя уже бессильно слово? / Или слово русского царя уже бессильно? Изменение порядка слов. Иль нам с Европой спорить ново? / Или для нас вновь спорить с Европой? Изменение порядка слов. Иль русский от побед отвык? / Или россиянин не привык к победам? Изменение порядка слов, замена. Далеко не каждый русский – россиянин, далеко не каждый россиянин – русский, эти понятия пересекаются лишь частично. Сильно претерпела изменения следующая фраза: иль мало нас? / Неужели нас недостаточно? От финских холодных скал до пламенной Колхиды / От финских холодных скал до огненной Колхиды. У прилагательного появляется полнозвучие, видим синонимическую замену.

6 фрагмент (рис.2):

В шестом фрагменте для выбора слова/словосочетания/фразы из списка, которые оказались непонятными, или которые вызвали трудность в первоначальном понимании, предлагались следующие варианты: Стальной щетиною сверкая, От потрясенного Кремля, До стен недвижимого Китая, Не встанет русская земля?.., Так высылайте ж к нам, витии, Своих озлобленных сынов., Есть место им в полях России, Среди нечуждых им гробов

От потрясенного Кремля / Из потрясенного Кремля. Изменение предлога. До стен недвижимого Китая / к стенам подвижного фарфора. Изменение предлога, очень интересна замена Китая на фарфор, наподобие как изменились выше кумиры на евреев. Стал совсем противоположным смысл у слова недвижимый, которое было изменено в подвижный. Стальной щетиною сверкая / блески со стальной щетиной. Щетиною опущено во втором предложении, оставляя только существительное блески. Предлог с добавлен перед блески во втором предложении, создавая инструментальный падеж. Порядок слов щетиной сверкая изменен на блески сверкая. Во втором предложении добавлено уточняющее прилагательное стальной, подчеркивающее качество блесков. В первом предложении акцент делается на сверкающей стальной щетине, а во втором – на самих блесках. Добавление предлога «с» во втором предложении подразумевает, что блески используются в качестве инструмента или дополнения к чему-то, связанному со стальной щетиной. Изменение порядка слов и усиление придают второму предложению более описательный оттенок. Не встанет русская земля?.. / Русская земля не поднимется?.. Изменен порядок слов, глагол, переход в имя собственное. Так высылайте ж к нам, витии / Так отправь нам, Витя. Изменилось число, пропала частица ж, появилось обращение Витя вместо слова витии. Своих озлобленных сынов / Его горькие сыновья. Изменилось местоимение, причастие перешло в прилагательное со значительной разницей смысла. Есть место им в полях России / Есть им место на полях России. Незначительно изменился порядок слов. Среди нечуждых им гробов / Среди чужих им гробов. Стал совсем противоположным смысл у слова нечуждых, которое было изменено в чужих.

Исследование подтвердило гипотезу о том, что обратный машинный перевод может служить эффективным методом, позволяющим выявить скрытые трудности восприятия текста и его потенциальные проблемы при переводе. На основе полученных данных исследование позволяет сделать вывод о прямо пропорциональной соотнесенности понятности и переводимости фрагментов – гипотеза исследования подтвердилась. Метод обратного машинного перевода представляет собой перспективный инструмент для оценки сложности и понятности текстов. Сравнение полученных результатов с изначально поставленной задачей показало, что метод действительно позволяет не только оценить лексическую и синтаксическую структуру текста, но и выявить его сложные участки, которые могут затруднить понимание. Исследование научно значимо в систематизации подхода к оценке текстов с использованием обратного машинного перевода; оно дополняет существующие знания о методах оценки текстов. Заинтересованным в данной теме рекомендуется продолжить исследования в следующих направлениях: разработка автоматизированных инструментов для оценки текстов на основе обратного машинного перевода, изучение влияния различных языковых структур на результаты обратного перевода, а также применение метода в специфических областях, таких как, например, технический перевод. Эти направления могут, на наш взгляд, расширить возможности использования метода обратного машинного перевода и углубить понимание взаимосвязи между языком и восприятием информации.

Список источников:

1. Голев, Н. Д. Источниковый потенциал обратного машинного перевода / Н. Д. Голев // *Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета*. – 2018. – Т. 18, № 1. – С. 36–45.
2. Голев, Н. Д., Мельникова В. С. Обратный машинный перевод на службе юридической лингвистики. Инновационные, информационные и коммуникационные технологии: сб. тр. XVII Междунар. науч.-практ. конф. (Сочи, 01–10 октября 2020 г.) Москва: Ассоциация выпускников и сотрудников ВВИА имени профессора Н. Е. Жуковского содействия сохранению исторического и научного наследия ВВИА имени профессора Н. Е. Жуковского, 2020. – С. 8–11.
3. Голев, Н. Д. Сложность vs доступность и понятность языка закона как теоретическая и экспертная проблема / Н. Д. Голев // *Вопросы русского языка в юридических делах и процедурах*. – Санкт-Петербург, 18 мая 2021 года. Санкт-Петербург: Первый класс, 2021. – С. 160–176.
4. Голев, Н. Д. Транслятивная лингвистика (аспектуализированный обзор исходных положений). Часть 1. Гносеология перевода / Н. Д. Голев // *Вестник Кемеровского государственного университета*. – 2022. – Т. 24, № 6(94). – С. 717–734.
5. Гугл-переводчик // URL: <https://translate.google.ru>. Дата обращения: 10.12.2024.
6. Как современные технологии помогают оценить сложность текста // URL: <https://gramota.ru/journal/stati/tekhnologii/kak-sovremennye-tekhnologii-pomogayut-otsenit-slozhnost-teksta>. Дата обращения: 11.09.2024.
7. Мельникова, В. Понятийно-категориальное описание конфликтной ситуации (на примере Интернет-комментариев на тему вакцинации от коронавируса) / В. Мельникова, Н. Голев, Д. Юнг // *Юрислингвистика*. – 2022. – № 25(36). – С. 50–55. – DOI 10.14258/leglinleglin(2022)2508. – EDN RWYESE.
8. Мельникова, В. С. Измерение степени понятности текста с помощью обратного машинного перевода (на материале центрального стихотворения сборника «Пейзаж с наводнением» (1993) И.А. Бродского) / В.С. Мельникова / В. С. Мельникова // *Инновационный конвент «Кузбасс: образование, наука, инновации»*. – Кемерово: КеМГУ, 2024. – С. 513–517.
9. Мельникова, В. С. Измерение степени сложности текста закона с помощью компьютерных программ: к постановке проблемы / В. С. Мельникова // *Филология, иностранные языки и медиакоммуникации*. – Том Выпуск 22. Кемерово: КеМГУ, 2021. – С. 31–33.
10. Пушкин А. С. Стихотворение «Клеветникам России». – URL: <https://www.culture.ru/poems/4966/klevetnikam-rossii> (дата обращения: 11.12.2024).

11. Раздобудько-Чович, Л. И. Перевод как интерпретация и импровизация. На материале сербских переводов мемуаров и В. Набокова с двух «оригиналов»: английского (*Speak, тетюгу*) и русского («Другие берега») / Л. И. Раздобудько-Чович // Вестник Московского университета. Серия 22: Теория перевода. – 2012. – № 2. – С. 72-80. – EDN PEMZHB.

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ПРОЕКТ ПО ПРОДВИЖЕНИЮ ОБРАЗА АЛЕКСАНДРА НЕВСКОГО В ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОМ ИСКУССТВЕ

Мотовилова Юлия Алексеевна

Кемеровский государственный институт культуры

Научный руководитель: Алексеева Лариса Сергеевна, кандидат культурологии

moot_853@mail.ru

Аннотация. В ходе масштабного научного исследования образа князя Александра Невского, разработан лендинг – научно-популярный проект в виде одностраничного сайта с искусствоведческим анализом и фотографиями художественных работ, посвященных Александру Невскому. Актуальность данного проекта состоит в том, что защита родины является основополагающей тематикой для большинства культурных мероприятий, организованных в последние несколько лет, а выставка, с которой брались работы для исследования, посвящена одному из самых знаменитых защитников Родины и православной веры – князю Александру Невскому.

Ключевые слова: традиционные ценности, художественный образ, князь Александр Невский, музей, Государственный музей религии, Музей изобразительных искусств Кузбасса.

A POPULAR SCIENCE PROJECT TO PROMOTE THE IMAGE OF ALEXANDER NEVSKY IN THE VISUAL ARTS

Motovilova Ju. A., Kemerovo State University of Culture

Alekseeva L. S., PhD in Cultural Studies, Kemerovo State University of Culture

Abstract. In the course of a large-scale scientific study of the image of Prince Alexander Nevsky through coursework at the end, as a summary and consolidation of the revealed results, a landing was created - a popular scientific project in the form of a one-page website with an art history analysis and photographs of artworks dedicated to Alexander Nevsky. The relevance of this project lies in the fact that the protection of the motherland is a fundamental theme for most cultural events organized in the last few years, and the exhibition from which the research works were taken is dedicated to one of the most famous defenders of the Motherland and the Orthodox faith– Prince Alexander Nevsky.

Keywords: traditional values, artistic image, Prince Alexander Nevsky, museum, State Museum of Religion, Museum of Fine Arts of Kuzbass.

С 8 августа по 24 сентября 2023 г. в Музее изобразительных искусств Кузбасса работала передвижная выставка «Подвиг брани на Западе и подвиг смирения на Востоке», организованная Государственным музеем истории религии (г. Санкт-Петербург). Живописные полотна, предметы быта и декоративно-прикладного искусства (пасхальные расписные яйца, образки, резьба по кости и т.д.) были тщательно отобраны для выставки, которая не только посвящена изучением образа Александра Невского, но и созданию атмосферы той эпохи средневековой Руси, в которую господствовал князь.

Рассматриваемая выставка тесно связана с образом князя как защитника русских земель от различных угроз. В период обострения социальных конфликтов, общество стремится найти национального защитника-полководца. В данном случае, Александр Невский выполняет функцию покровителя русского народа. «Повесть о житии Александра Невского» [1] указывает ряд причин, в соответствии с которыми, князь воспринимается не только как защитник Отечества, но и как защитник православной веры.

Рассматриваемый нами выставочный проект условно подразделяется на три тематических блока: первый блок раскрывает ратные подвиги князя, представленные в виде живописных масляных и акварельных работ, которые, по сути, являются иллюстрациями житийных сцен; второй блок посвящен дипломатическим отношениям князя, в основном сценам в Орде и приезду римских послов; третий блок транслирует его духовную жизнь, которая особенно проявляется на завершающем жизненном этапе – принятие монашества, схимы и т. д. [3].

Данный выставочный проект направлен не только на прославление средневекового князя, но и раскрывает его образ в художественном искусстве:

- 1) как его видят иконописцы, у которых образ строго определен каноном и может отличаться, разве что, размещением в композиции;
- 2) как эту же историческую фигуру изображают художники, пропуская через кисть строки с описанием величия и мудрости действий князя Александра.

В ходе искусствоведческого исследования были выявлены несколько общих черт, как в образе князя на иконах, так и на светских изображениях, о чем можно прочесть в лендинге, который и посвящен этому подробному исследованию [2].

Образ Александра Невского интересен своей двойной природой: он является как реально существующей личностью, так и героем собственной агиографии. Эту разницу можно рассмотреть на примере двух картин, которые являются визуальным изображением сюжетных сцен из жития князя – это жемчужина выставки, оригинальное полотно М. В. Нестерова «Святой князь Александр Невский» и копия с картины Г. И. Семирадского «Александр Невский принимает папских легатов».

Подробный искусствоведческий анализ этой двойственности также можно прочесть на лендинге, где разбираются как иконописные работы, так и светские полотна. Текст сопровождается фотографиями анализируемых работ, что позволяет лучше усвоить информацию [2].

Список источников:

1. *Житие Александра Невского / Электронные публикации института русской литературы (Пушкинского Дома) РАН, подготовка текста, перевод и комментарии В. И. Охотниковой* // [Электронный ресурс]. – URL: <http://lib.pushkinskiydom.ru/Default.aspx?tabid=4962&ysclid=lrqf7jd9533761171>
2. *Мотовилова Ю. А. Образ Александра Невского в изобразительном искусстве / лендинг* [Электронный ресурс]. – URL: <https://alexandrnevskyinart8.tilda.ws/>
3. *Музей изобразительных искусств Кузбасса / сайт* // [Электронный ресурс]. – URL: <https://kuzbassizo.ru>

ПОЛОЖЕНИЕ О КОНКУРСЕ КАК ЖАНР ДОКУМЕНТНОГО ДИСКУРСА: СТРУКТУРНО-ЯЗЫКОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ

Петрова Валерия Сергеевна

Кемеровский государственный университет

Научный руководитель: Ким Лидия Густовна, д.ф.н.

petrovavalerya@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются структурно-языковые особенности положения о конкурсе как типологического элемента документного дискурса. Анализируются структурная организация, функциональное предназначение и языковые средства документа на основе конкретных положений о мероприятиях. Особое внимание уделяется типовым чертам официально-деловой коммуникации. Сделан вывод о необходимости выделения положения о конкурсе в самостоятельный жанр документного дискурса и его изучения.

Ключевые слова: документ, документная лингвистика, жанр документа, официально-деловой стиль, положение о конкурсе.

REGULATIONS ON AN COMPETITION AS A GENRE OF DOCUMENTARY DISCOURSE: STRUCTURAL AND LINGUISTIC FEATURES

Petrova V.S., Kemerovo State University

Kim L.G., PhD in philology, Kemerovo State University

Abstract. This article examines the structural and linguistic features of the competition provision as a typological element of the documentary discourse. The structural organization, functional purpose and linguistic means of the document are analyzed on the basis of specific provisions on events. Special attention is paid to the typical features of formal business communication. The conclusion is made about the need to separate the competition regulations into an independent genre of documentary discourse and its study.

Key words: document, documentary linguistics, document genre, official business style, competition regulations.

Конкурсное движение сегодня представляет собой значимую часть образовательного и воспитательного процесса подрастающего поколения¹². Организация и проведение конкурсных мероприятий (в том числе конкурсов, конференций, олимпиад, квестов, акций, и пр.) – одна из основных задач учреждений дополнительного образования, образовательных центров и библиотек.

Конкурсная деятельность, как важный инструмент развития дополнительных метапредметных и личностных компетенций и предварительной профессиональной подготовки учащихся, требует строгой регламентации с целью обеспечения прозрачности проведения мероприятия и равенства условий для каждого участника. Отсутствие стандартов в организации может привести к снижению доверия, конфликтным ситуациям и недопониманию при выполнении потенциальными участниками событий необходимых условий. Так, положение о конкурсе следует выделить в отдельный жанр документного дискурса – с целью структурирования информации, унификации требований и установления четких правил написания и взаимодействия с данным типом документа.

Авторы полагают, что положение о конкурсе вполне равноправно считать одним из типичных жанров документного дискурса, выполняющим информационную и регулятивную функции. Такие документы играют ключевую роль в регулировании социальных процессов и организации деловой коммуникации: они регламентируют проведение мероприятия, устанавливают права и обязанности сторон, определяют порядок работы. Согласно И. Р. Гальперину, текст в документном дискурсе должен быть «логически завершенным, структурированным и понятным для всех участников композиции» [3].

Цель настоящего исследования – изучение жанровых особенностей положения о конкурсе. Исследование построено на ключевых теоретических подходах в области лингвистической науки, в частности, жанроведении и функциональной стилистики, а также документной лингвистики, теории документного дискурса.

¹² Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года : утв. Распоряжением Правительства РФ от 30 авг. 2023 г. № 2317-р. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/403709682> (дата обращения: 23.12.2024)

Жанр, по определению М.М. Бахтина, — это «стабильная форма организации содержания, отражающая типичные для данной эпохи и социальной среды ситуации общения» [1]. Подчеркивается природа жанра – он возникает из потребностей общества и отражает типичные обстоятельства, сохраняя необходимую стабильность (шаблонность, стандартизованность). Предложенная характеристика актуальна для положения о конкурсе, которое создается и существует по мере необходимости и регулирует типовые ситуации взаимодействия между участниками и организаторами.

Следует отметить, что жанровая специфика такого документа заключается в определенной двойственности: с одной стороны, положение адаптируется под определенное мероприятие, а с другой – сохраняет типовые черты, которые делают документ более привычным и понятным для восприятия адресата. Таким образом, подтверждается тезис М.М. Бахтина о формо-содержательном единстве жанра.

В связи с тем, что в Российской Федерации нет строго обязательного стандарта или ГОСТа, утверждающего образцовый шаблон написания положения, мы можем опираться на общепринятую практику оформления подобных документов и различные методические рекомендации¹³, разработанные образовательными учреждениями.

Нам кажется необходимым подчеркнуть, что с точки зрения положения о конкурсе как жанра документного дискурса, различия в типе мероприятия нивелируются, поскольку документы выполняют единую прагматическую функцию – регламентирует процесс соревновательной деятельности. Нами были проанализированы следующие документы: положение о XI городской олимпиаде музееведов и экскурсоводов¹⁴, положение об областной акции «Люби и знай родной Кузбасс!»¹⁵, положение о конкурсе «Ученик года» в Кемеровской области-Кузбассе в 2024 году¹⁶, положение о XVIII городской поисково-краеведческой конференции «Я – Кемеровчанин»¹⁷. Анализ вышеупомянутых документов свидетельствует о жанровой унификации документных текстов и позволяет утверждать, что они принадлежат к единому жанру – несмотря на дифференциацию общественных мероприятий, структура и содержательная логика практически идентичны. В частности, положения включают в себя такие жанрообразующие элементы, как общие положения (указание на цели и задачи мероприятия; совместно или самостоятельно), условия участия (описание состава участников и условия их допуска к мероприятию), порядок проведения (сроки начала и завершения, этапы проведения мероприятия, номинации), критерии оценки и требования к работам участников, порядок определения победителей (призеров, лауреатов) и награждения. Наличие указанных элементов в каждом документе позволяет рассматривать их в качестве репрезентации единого жанрового типа, независимо от различий в тематической направленности мероприятия. Так, в дальнейшем исследовании анализируемый жанр мы определяем, как *положение о конкурсе* – обобщающее определение для обозначения целой жанровой категории.

Исследование структурно-языковых особенностей положения о конкурсе как жанра документного дискурса позволяет выявить универсальные и специфические черты, характерные этому тексту. Для более детального анализа нами рассматривались несколько языковых уровней: выявлены лексические, синтаксические и стилевые особенности.

Лексический уровень текстов положений демонстрирует высокую степень стандартизации, что свидетельствует о принадлежности официально-деловому стилю. Как подчеркивает М. Н. Кожина, одна из ключевых задач официального текста – точность и однозначность формулировок, достигаемая за счет использования специализированной лексики и формализованных конструкций. Можно отметить, что язык анализируемых документов преимущественно нейтрален, универсален [5]. Тексты содержат терминологию и

¹³ Типовое положение о проведении (художественно-творческого) конкурса (детского рисунка, детского творчества) [Электронный ресурс] // Единое содержание общего образования: [сайт]. [2023]. URL: <https://edsou.ru/wp-content/uploads/2023/08/Типовое-положение-о-проведении-конкурса.pdf> (дата обращения: 24.12.2024) ; Рекомендации по составлению Положения о муниципальном конкурсе, олимпиаде, конференции [Электронный ресурс] // МКОУ ДО «Дом детского творчества» г. Людиново [сайт]. [2016]. URL: https://ddt-lyudinovo.ucoz.ru/1/DOKUMENT/metodicheskai/metod_rekomendacii_po_sostavleniju_polozenij_o_ko.pdf (дата обращения: 24.12.2024).

¹⁴ Положение о XI городской олимпиаде музееведов и экскурсоводов [Электронный ресурс] // Вконтакте : офиц. группа. [2023]. URL: https://vk.com/smtkem?w=wall-186716500_2106 (дата обращения: 20.12.2024).

¹⁵ Положение об областной акции «Люби и знай родной Кузбасс!» [Электронный ресурс] // ГАУ ДО «Кузбасский центр детского и юношеского туризма и экскурсий»: [сайт]. [2024]. URL: https://kuztur42.narod.ru/_private/2024/2024_10_9-14_akcia_pol.pdf (дата обращения: 20.12.2024).

¹⁶ Положение о конкурсе «Ученик года» в Кемеровской области-Кузбассе в 2024 году [Электронный ресурс] // ГАУДО «Сириус. Кузбасс»: [сайт]. [2024]. URL: https://drive.google.com/file/d/1dJJd9BnQvZeLbxEpvg5WY5zq6TYhq_q8/view (дата обращения: 20.12.2024).

¹⁷ Положение о XVIII городской поисково-краеведческой конференции «Я – Кемеровчанин» [Электронный ресурс] // ЦДОД им. В. Волошиной: [сайт]. [2024]. URL: http://kemcdod.ru/konkurs_polizenia/pol_kemerov4anin-25.pdf (дата обращения: 20.12.2024).

устойчивые сочетания, характерные для жанра. Например, процессы проведения и организации мероприятия формируют собственный терминологический аппарат: “регламент”, “участник”, “заявка”, “член жюри”, фиксируют семантику обязательность, необходимость: “участники обязаны”, “работы не допускаются”, “заявки принимаются” и пр. Лексемы являются ключевыми для жанра, так как подчеркивают официальность и институциональную природу.

Специфика лексического материала отражает обусловленность содержанием мероприятия. Так, научно-практическая направленность конференции и олимпиады побуждает к использованию таких терминов академического дискурса, как “оригинальность исследования”, “научная новизна”, “гипотеза” и пр. Положения о мероприятиях более творческой, художественной направленности содержат лексику, связанную с соответствующей деятельностью: “выразительность”, “творческий замысел” и пр. Подобный выбор языкового состава обеспечивает адаптацию текста к целям и задачам мероприятия с сохранением общих черт официально-делового документа.

Обратим внимание, что положение о конкурсе, как и другие жанры документного дискурса, изобилуют устойчивыми формулами и клише: “В случае несоответствия работы не допускаются”, “Заявки принимаются в формате...” и пр. Языковые формулы и клише способствуют унификации текстов и минимизируют возможность субъективного восприятия и вариативность интерпретации.

Синтаксические особенности положения о конкурсе подчеркивают его инструктивный характер. По словам Г. А. Золотовой, синтаксис текстов официально-делового стиля характеризуется строгостью, последовательностью и четкой организацией информации [4]. В анализируемых текстах широко используются сложные предложения с перечислениями однородных членов предложения для подчеркивания ключевых пунктов и упрощения восприятия адресата: “Критерии оценки включают: оригинальность идеи, соответствие теме, качество оформления, грамотность изложения” и пр. Также преобладают пассивные конструкции – формы страдательного залога, чтобы обеспечить характерные официально-деловому стилю обезличенность и объективность: “работы оцениваются”, “результаты будут опубликованы” и т.д. Логическая структура текста положения о конкурсе соблюдается использованием заголовков, подзаголовков и рубрикацией, что упрощает навигацию внутри документа.

Наравне с остальными языковыми уровнями стиль текста положения о конкурсе обуславливается принадлежностью к документному дискурсу, что подчеркивает необходимость точности, стандартизации и формализации языка. Одной из ключевых особенностей является нейтральность изложения. Как отмечает Н. А. Буре, тексты официально-делового стиля исключают субъективные оценки и эмоционально окрашенные элементы, что обеспечивает их объективность и юридическую корректность [2]. Соответствие правовым нормам позволяет избежать юридических, в частности лингвоправовых, конфликтов.

Анализ конкретных положений о конкурсах показывает, что этот жанр документного дискурса обладает устойчивыми характеристиками. Необходимость выделения положения о конкурсе в самостоятельный жанр и более глубокого его изучения обусловлена его функциональной принадлежностью – регламентацией коммуникации и взаимодействия участников и организаторов мероприятия, информирования о правилах и проведении мероприятия.

Положение о конкурсе – особая форма институциональной коммуникации, сочетающая в себе стабильность жанра и гибкость адаптации под конкретные задачи. Унификация текстов и создания единого шаблона может стать значимым шагом к улучшению их качества и снижению вероятности вариативности интерпретации и лингвоправового конфликта на её основе. Наше дальнейшее исследование направлено на изучение восприятия текста положения о конкурсе потенциальных участников подобных мероприятий, а также разработку рекомендаций для оптимизации создания типовых положений.

Список источников:

1. Бахтин, М. М. Проблема речевых жанров / М. М. Бахтин // Вопросы литературы и эстетики. – М.: Художественная литература, 1975. – С. 159-206.
2. Буре, Н. А. Основы русской деловой речи : учебное пособие / Н. А. Буре, Л. Б. Волкова, Е. В. Косарева, Е. Ю. Лазуренко ; под редакцией В. В. Химика. — СПб.: Златоуст, 2012. — 448 с.
3. Гальперин, И. Р. Текст как объект лингвистического исследования / И. Р. Гальперин. – М.: Наука, 1981. – 139 с.
4. Золотова, Г. А. Коммуникативные аспекты русского синтаксиса / Г. А. Золотова. – М.: Наука, 1982. – 368 с.
5. Кожина, М. Н. Стилистика русского языка : учебник / М. Н. Кожина, Л. Р. Дускаева, В. А. Салимовский. – 6-е изд., стер. — М.: ФЛИНТА, 2016. — 464 с.

ИНЖЕНЕРНАЯ МЫСЛЬ ДОНБАССА НА СЛУЖБЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (1943-1945 ГГ.)

Пуговкина Наталья Александровна

*Автомобильно-дорожный институт (филиал) Федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный
технический университет» г. Горловка
tala4859@mail.ru*

Аннотация. В данной работе речь идет об инженерных решениях специалистов, приведших к ускоренным темпам восстановления. Актуальность темы обусловлена не только значительными историческими событиями, но и стойкостью и изобретательностью людей, принявших участие в процессе восстановления. Инженерные кадры, в условиях ограниченных ресурсов и разрушенной инфраструктуры, продемонстрировали уникальные решения, способствовавшие качественному восстановлению угольных шахт и металлургических заводов.

Ключевые слова: Донбасс, Великая Отечественная война, промышленность, восстановление, инженерная мысль, инфраструктура.

ENGINEERING THOUGHT OF DONBASS IN THE SERVICE OF INDUSTRIAL RESTORATION (1943-1945)

*Pugovkina N. A., Automobile and Road Institute (branch) of the Donetsk National Technical University
in Gorlovka*

Abstract. In this paper, we are talking about engineering solutions by specialists that led to accelerated recovery rates. The relevance of the topic is due not only to significant historical events, but also to the resilience and ingenuity of the people who took part in the restoration process. Engineering personnel, in conditions of limited resources and destroyed infrastructure, demonstrated unique solutions that contributed to the qualitative restoration of coal mines and metallurgical plants.

Keywords: Donbass, The Great Patriotic War, industry, restoration, engineering, infrastructure.

Актуальность темы инженерной мысли Донбасса на службе восстановления промышленности в 1943-1945 гг. обусловлена не только значительными историческими событиями, произошедшими в этот период, но и стойкостью и изобретательностью людей, принявших участие в процессе восстановления.

В послевоенные годы Донбасс стал центром инженерных инноваций и реставрационных инициатив, направленных на восстановление разрушенной промышленной инфраструктуры. В первую очередь, это было связано с разрухой оставшейся после периода оккупации. Несмотря на это, в восстановление региона было вложено много усилий. Специалисты и материалы, включая технику, направлялись на восстановительные работы со всего Советского Союза. Важным аспектом исторического анализа становится парадокс, который стоит отметить. Современное братство между регионами во многом напоминает шефство, осуществляемое в сроки восстановления Донбасса после оккупации. Так, Новокузнецкий металлургический комбинат взял на себя заботу о Енакиевском заводе, кузнечные коксохимии – о Рутченковском заводе, а Кемеровский азототуковый завод – о родственном предприятии в Горловке [3, с. 62].

Инженеры и рабочие, мобилизовавшие все свои знания и навыки, разработали уникальные методы ремонта машин, восстановления шахт и наладки производственных процессов. Применяя принципы рационализации и оптимизации, они смогли не только восстановить прежний уровень производства, но и значительно увеличить его эффективность.

При этом имело место и простое инженерное решение. Например, инженеры и рабочие города Ждановки проявили исключительную смелость при восстановлении домны №4. Разрушенная печь, обрушенная фашистами, сильно накренилась, но времени для ее восстановления было мало. Поэтому было принято решение использовать домкраты для подъема домны. Это, на первый взгляд, простой метод, стал важным инженерным решением, благодаря которому печь была восстановлена за 45 дней [3, с. 63].

Важнейшими аспектами этого процесса стали создание новых технологий, использование местных ресурсов и фортификация ранее уязвимых объектов. По проектам Донгипроуглемаша под руководством А. Д. Сукачев, машиностроители Горловского завода им. С. М. Кирова начали изготовление угольного

комбайна «Донбасс», что способствовало ускорению процесса очистки и восстановления угольной отрасли [3, с. 63]. Научные исследования, проводимые в условиях острого дефицита материалов, вдохновили на разработку альтернативных решений, которые в дальнейшем легли в основу нового подхода к промышленному строительству.

Генерация идей, рожденных в условиях войны и его последствий, открыла новые горизонты для донбасской инженерной школы. Результаты труда инженеров донецкого региона стали символом не только возрождения, но и надежды на будущее, где знание и творчество служат основой устойчивого развития.

Поэтому в условиях послевоенного восстановления, ключевую роль сыграли и новые кадры, которые вливались в инженерное сообщество региона. Молодые специалисты, обученные в лучших институтах Советского Союза, привнесли свежие идеи и методы работы. Эти молодые профессионалы вскоре стали движущей силой на предприятиях, привнося инновации в производственные процессы [2, с. 41-65].

Также важно отметить, что восстановление Донбасса стало примером для других регионов, где был замечен аналогичный подход к решению проблем. Опыт межрегионального сотрудничества, закреплённый в шефстве, способствовал не только техническому прогрессу, но и укреплению «междусобойных связей». Появление новых кооперативов и совместных предприятий поспособствовало быстрому обмену технологиями и опытами, что ещё больше ускорило восстановление.

Таким образом, инженерная мысль, применяемая в Донбассе не только позволила восстановить разрушенные предприятия, но и заложила основы для будущих инноваций. Орошение идей, возникших на фоне разрушений, стало важным катализатором для дальнейшего развития инженерии в регионе, предоставляя уникальные решения, которые были адаптированы под специфические нужды местной экономики.

Список источников:

1. *Восстановление и развитие экономики Донбасса после Великой Отечественной войны : Учебное пособие / Кузьмина И. В. - Астрахань : Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2023. - 42 с.*
2. *История второй мировой войны 1939–1945 гг. Том 7. Завершение коренного перелома в войне. — М.: Воениздат, 1976, с.41-65*
3. *Книга о Донбассе : Природа. Люди. Дела / Максимов А.М., Трифонов М.М., Бондаренко Я.И. и др. ; Сост. С.П. Булкин и др. - 2-е изд., перераб. и доп. - Донецк : Донбасс, 1977. - 319 с.*

ОБРАЗОВАНИЕ КАК ОБЩЕЧЕЛОВЕЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ, СОЦИОКУЛЬТУРНЫЙ ФЕНОМЕН И ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

Рожкова Юлия Павловна

Кемеровский государственный институт культуры

Научный руководитель: Давыденко Анастасия Александровна, канд. пед. наук

uliar825@gmail.com

Аннотация. Представлено определение понятия «образование». Рассматривается связь педагогики с другими науками, показано значение философии, психологии, анатомии и физиологии в системе представлений о педагогике. В качестве социокультурного феномена образование показано через призму обеспечения включения человека в мир науки и культуры, усвоения системы ценностей и социализации человека. Как педагогический процесс образование рассматривается с точки зрения единства воспитания, обучения и развития.

Ключевые слова: педагогика, образование, обучение, воспитание, ценность, культура, активность.

EDUCATION AS A UNIVERSAL HUMAN VALUE, A SOCIO-CULTURAL PHENOMENON AND A PEDAGOGICAL PROCESS

Rozhkova Ju. P., Kemerovo State Institute of Culture

Davydenko A. A., PhD in Pedagogical Sciences

Abstract. The definition of the concept of "education" is presented. The connection of pedagogy with other sciences is considered, the importance of philosophy, psychology, anatomy and physiology in the system of ideas about pedagogy is shown. As a sociocultural phenomenon, education is shown through the prism of ensuring human inclusion in the world of science and culture, assimilation of a system of values and human socialization. As a pedagogical process, education is considered from the point of view of the unity of upbringing, training and development.

Keywords: pedagogy, education, training, upbringing, value, culture, activity.

Рано или поздно каждый человек задумывается о том, зачем вообще нужно учиться. Но поразмыслив глубже мы можем прийти к выводу, что образование окружает нас всю жизнь буквально с первых шагов. Сложно представить мир, где нет детских садов, школ, кружков, университетов и так далее. Кажется, что невозможно переоценить важность образования в нашей жизни. Не зря право на образование, наравне с правом на жизнь, закреплено в Конституции.

Прежде стоит определение понятия «образование». В статье 2 Федерального закона от 29.12.2012 N 273-ФЗ (ред. от 28.12.2024) «Об образовании в Российской Федерации» образование рассматривается как единый целенаправленный процесс воспитания и обучения, являющийся общественно значимым благом и осуществляемый в интересах человека, семьи, общества и государства, а также совокупность приобретаемых знаний, умений, навыков, ценностных установок, опыта деятельности и компетенции определенных объема и сложности в целях интеллектуального, духовно-нравственного, творческого, физического и (или) профессионального развития человека, удовлетворения его образовательных потребностей и интересов. Таким образом, по нашему мнению, образование – это целенаправленный процесс обучения, который представлен в виде определенной системы, приводит к достижению конкретных результатов и несет ценность для самого человека и всего общества.

Значимость образования люди отмечали еще с древних времен. Весь прогресс, в котором мы живем, достигнут благодаря непрерывной систематизации знаний, опыта и их передаче последующим поколениям.

Раньше образование носило элитарный характер, однако сейчас на государственном уровне оно доступно каждому. Это позволяет формировать определенные идеалы и образ мышления у народа. Так, даже проживая в разных часовых и климатических поясах, мы живем в одном мире с другими людьми и можем найти общие темы, общий язык. Также образование дает людям не только общие знания, но и помогает развить свои способности и найти занятие, которое сможет обеспечить благополучие страны и собственное финансовое благополучие. Чем выше уровень образования, тем выше профессиональные компетенции специалистов и в перспективе это позволяет достичь повышения уровня жизни. Образование есть общечеловеческая ценность потому, что позволяет нам двигаться вперед и делать мир лучше и комфортнее.

Нельзя забывать и про социальный и культурный аспект образования. «Человеку нужен человек» – писала в своем стихотворении Марина Бойкова и не зря. Образование – это не только чистые знания и голые факты. Получая образование мы имеем возможность изучить наследие человечества, т.е. культуру, не только на бумаге, но и в непосредственном контакте с представителями других социальных ячеек, имеющих свой культурный код. Все мы разные, принадлежим к разным конфессиям, национальностям и нам просто необходимы знания друг о друге, чтобы успешно взаимодействовать. Образование, социум и культура тесно связаны и каждый из компонентов влияет друг на друга.

Также образование неотделимо от воспитания. Лев Николаевич Толстой писал: «И воспитание и образование нераздельны. Нельзя воспитывать, не передавая знания, всякое же знание действует воспитательно». В этой цитате раскрывается педагогический аспект образования. Через знания родители, учителя и важные для детей личности воспитывают их. Также образование возвращает личность, способную нести ответственность за свою жизнь и поступки.

Педагогика тем или иным образом связана со всеми существующими науками, ведь как бы то ни было, все научные открытия, весь накопленный опыт ученых должны найти свое продолжение в учениках, которые, пройдя по дороге, проложенной их преподавателем и множеством педагогов до него, опишут что-то новое и потом тоже смогут передать «педагогическую эстафету» дальше.

Философия исследует предельные характеристики бытия и взаимодействие человека и природы. Она задает те вопросы, в поисках ответа на которые мы познаем окружающий мир. Педагогика напрямую взаимодействует с такими областями как этика и эстетика, которые рассматривают моральные, нравственные аспекты нашей жизни, а также исследуют формы и законы красоты и гармонии. Всё это непосредственно влияет на формирование теории педагогики. Ещё нельзя не отметить, что все философские знания – это не раз и навсегда достигнутая мудрость, но это есть часть непрерывного пути поиска истины. То есть пока существует философия, педагогика будет развиваться вместе с ней.

Ещё вспомним слова Аристотеля о том, что «Человек по природе – животное общественное. Другими словами, людях сочетается и биологическое и социальное начало. Говоря о социальном, на ум не может не прийти наука с однокоренным названием, изучающая закономерности функционирования и развития общества, а именно социология. Это наука о нас с вами, о наших взаимодействиях с другими людьми из разных групп и слоев и педагогика также учитывает все изменения в жизни человечества под влиянием различных факторов.

А если вести речь о «животной» части людей, то здесь необходимо понимание естественных наук – это анатомия и физиология. Строение нашего тела дает нам определенные преимущества и накладывает некоторые ограничения, ориентируясь на которые можно сформировать определенную норму учебных нагрузок, которые не навредят, но приведут к нужному результату. Таким образом, чтобы стать преподавателем, необходимо знать не только педагогику и свой предмет, но и другие науки.

Список источников:

1. Арынгазин, К.М. Введение в смысловую педагогику : / К. М. Арынгазин. - Изд. 2-е, изм. и доп. - [Б. м.] : Издательские решения, 2023. - 348 с.
2. Баранников, А.В. Умное образование : Умное образование: новая философия или позиция учащегося? : умное образование: новая философия или позиция личности? / Баранников Анатолий Витальевич. - Москва : УЦ "Перспектива", 2023. - 416 с.
3. Баранова, Т.А.. Введение в профессиональную деятельность : (педагогический модуль, лингвистика) : учебное пособие / Т. А. Баранова, Л. П. Халяпина. - Санкт-Петербург : Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2023. - 108 с.
4. Инновационные процессы в образовании : национальный проект "Образование" : сборник научных, инновационных и проектно-исследовательских работ : в 4 частях / Департамент образования Администрации города Екатеринбурга, Управление образования Октябрьского района Департамента образования Администрации города Екатеринбурга ; научные редакторы Ю. И. Биктуганов [и др.]. - Екатеринбург : [б. и.], 2023.

РЕАЛИЗАЦИЯ ПОЛИТИКИ ВСЕОБЩЕГО ОБУЧЕНИЯ В ШКОЛАХ ГОРОДА КЕМЕРОВО В ГОДЫ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ

Серезечкина Анастасия Алексеевна

Кемеровский государственный университет

Научный руководитель: Блинов Алексей Владимирович, д.и.н.

Sorochkina01@list.ru

Аннотация. Политика всеобщего обучения являлась одним из проявлений модернизации советского образования периода 1930-х годов. Но планы советского руководства были изменены ввиду начавшейся войны. Данная работа раскрывает особенности реализации политики всеобщего обучения на примере школ города Кемерово. Обозначены основные трудности, с которыми столкнулись работники школ города. Представлены основные способы решения данных проблем.

Ключевые слова: политика всеобщего обучения, школа, образование, успеваемость, город Кемерово, Великая Отечественная война.

IMPLEMENTATION OF THE POLICY OF UNIVERSAL EDUCATION IN KEMEROVO CITY SCHOOLS DURING THE GREAT PATRIOTIC WAR

Serezhechkina A. A., Kemerovo State University

Blinov A.V., Doctor of Historical Sciences, Kemerovo State University

Abstract. The policy of universal education was one of the manifestations of the modernization of Soviet education in the 1930s. But the plans of the Soviet leadership were changed due to the outbreak of war. This work reveals the specifics of the implementation of the universal education policy using the example of Kemerovo city schools. The main difficulties faced by the city's school staff are outlined. The main ways of solving these problems are presented.

Keywords: the policy of universal education, school, education, academic performance, the city of Kemerovo, Great Patriotic War.

Эпоха 30-х гг. XX века является для советского союза временем формирования новых основ общественной жизни. Образование станет одной из сфер, которая будет подвергаться многочисленным преобразованиям. Будет предпринят ряд мер по модернизации школьного образования. Одна из таких мер это введение принципа всеобщего обучения. В 1930 г. в ходе принятия постановления Центрального исполнительного комитета и Совета народных комиссаров СССР было введено всеобщее обязательное начальное обучение детей (мальчиков и девочек) [6].

Изменения предполагали, во-первых, введение обязательного начального обучения для детей в возрасте от 8 до 10 лет даже в самых отдаленных регионах СССР. Во-вторых, увеличение числа учебных заведений. В-третьих, в реализации политики всеобщего обучения предполагалось посредством подключения в работу общественных организации. В-четвертых, учебные заведения необходимо было обеспечить педагогическими кадрами. В-пятых, необходимо было предоставить школам материальную базу для реализации программы всеобщего обучения, а именно учебные пособия, одежда для учащихся и т.п. Наконец главными целями всеобщего стояли поднятие общего уровня грамотности и борьба с социальным неравенством в получении образования [5, с. 593-596].

Но стоит сказать о том, что все поставленные цели было крайне трудно реализовать ввиду начала Великой Отечественной войны. В первые годы войны планы по выполнению политики всеобщего обучения были на грани срыва [4, с. 55]. Соответственно система образования советского союза столкнулись с рядом трудностей, в том числе и школы города Кемерово.

Материалами исследования послужили исторические и историографические источники. Последние представлены материалами, отложившимися в фондах Государственного казенного учреждения Государственного архива Кузбасса (ГКУ ГАК), а именно фонд Р-2 (Кемеровский городской отдел народного образования). Методологической основой исследования послужили, во-первых, принцип историзма, объективности и системности; во-вторых, теоретико-методологические разработки в области историко-педагогических исследований: нелинейность историко-педагогического процесса, многомерность, полисубъективность и волнообразность модернизации образовательной модели.

Известно, что на момент 1941-1942 учебного года в г. Кемерово располагалось 33 школы, в которых проходили обучение порядка 22477 человек. Основными причинами, по которым учащиеся не проходили обучение в школе были то, что ученики были эвакуированы из других районов страны; имели болезни; у детей отсутствовала необходимая одежда и обувь; школьники участвовали в воспитании младших и не могли посещать уроки. На начало 1941 года количество неохваченных обучением в Кировском районе составляло 166 человек, в Рудничном районе 859 человек. Несмотря на это посещаемость в школах города была достаточно на высоком уровне: в Кировском районе – 92, 5 %; в Центральном районе – 94,5 % [2]. К окончанию войны в школах города Кемерово неохваченные обучением составляли 101 человек. Причинами неохвата обучением учащихся являлось отсутствие одежды и обуви (50 чел.); болезни (4 чел.); нежелание учиться (5 чел.); по вине родителей (2 чел.); отдаленность (22 чел.); прочие причины (18 чел.) [4]. Сравнивая показатели неохваченных обучением в начале и конце войны мы приходим к выводу, что политика всеобщего обучения проводимая в школах г. Кемерово имела определенные результаты, так как количество учеников, не посещающих занятия, значительно уменьшилось за период военного времени.

Изменения произошли во внутреннем устройстве школы. От школы в условиях военного времени потребовалась коренная перестройка. Все школы стали работать в три смены, с сокращенными уроками и перерывами [2].

Одной из главных проблем, с которой столкнулись школы города в реализации политики всеобщего обучения, станет нехватка помещений для проведения занятий. Известно, что все школы города, за исключением нескольких начальных школ были выселены из своих помещений, некоторые из них за несколько дней до начала учебного года. Много сил и энергии пришлось приложить для того, чтобы отремонтировать помещения для школ № 5, 41, 17, 24 и др. Большое участие в работе по ремонту школ приняли коллективы учителей и учащихся [2].

Отдельный аспект реализации политики всеобщего обучения — это показатели успеваемости. В период войны успеваемость в школах г. Кемерово в среднем составляла около 60 %. Средняя успеваемость по отдельным классам школ города в начале войны составляет: 1-4 классы – 72 %; 5-7 классы – 47 %; 8-10 классы – 57%. Наименьшую успеваемость давали 5-7 классы. [1]. Этот показатель был достаточно стабилен на протяжении всего периода войны, что говорит о эффективной работе школ города в ходе реализации политики всеобщего обучения.

Стоит сказать о том, что в период войны в г. Кемерово предпринимался ряд мер по улучшению состояния всеобщего обучения, которые заключались в ремонте школ, учете обучающихся, проверке школ по районам, утверждения плана всеобщего обучения для города и его районов, комплектование школ учебниками, увеличение и улучшение педагогического состава школ города и т.п. [3].

Таким образом, стоит сказать о том, что политика всеобщего обучения в школах г. Кемерово имела определенные результаты. Так за период войны уменьшилось количество учащихся, неохваченных обучением. Школы показывали достаточно высокие показатели успеваемости и посещаемости школ, несмотря на трудности вызванные периодом войны.

Список источников:

1. ГКУ ГАК. – Ф. Р-2, – Оп. 1. – Д. 48. – Л. 1.
2. ГКУ ГАК. – Ф. Р-2, – Оп. 1. – Д. 48. – Л. 27.
3. ГКУ ГАК. – Ф. Р-2, – Оп. 2. – Д. 36. – Л. 87-89.
4. ГКУ ГАК. – Ф. Р-2, – Оп. 2. – Д. 59. – Л. 103.
5. Малхасян, Н. В. Политика советского правительства в области народного образования в годы Великой Отечественной войны / Н. В. Малхасян // Ярославский педагогический вестник. – 2011. – Т. 1, № 3. – С. 55-57.
6. О культурном строительстве / Сост. И.Ф. Заколкин, В.В. Морозов, А.Я. Подземский. — М.: Работник просвещения, 1930. — 616 с.
7. Постановление ЦИК СССР и Совета народных комиссаров СССР от 14.08.1930 г. №№ 43/308 «О всеобщем обязательном начальном обучении»//СПС «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.consultant.ru/

ЛИЧНЫЙ БЛОГ-ДНЕВНИК КАК МАТЕРИАЛ ДЛЯ РЕЧЕВОГО ПОРТРЕТИРОВАНИЯ: МЕТОДИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

Славинская Елизавета Сергеевна

Кемеровский государственный университет

Голев Николай Данилович, д. ф. н.

slavinskaja.elizaveta@mail.ru

Аннотация. В работе был исследован личный блог-дневник как материал для речевого портретирования. Проанализированы особенности жанра и их влияние на степень отражения языковой личности автора. Обоснован потенциал для отражения в текстов паттернов, речевых особенностей автора. Отмечена возможность продуктивного комплексного анализа текста. Сделан вывод – данный жанр является продуктивным для выявления языковой личности и отработки алгоритма установления авторства текста.

Ключевые слова: речевое портретирование, автороведческая экспертиза, естественная письменная речь, блог, личный дневник, жанры речи

PERSONAL BLOG (DIARY) AS MATERIAL FOR SPEECH PORTRAITING: METHODOLOGICAL PERSPECTIVES

Slavinskaya, E. S., Kemerovo State University

Golev N. D., PhD in philology, Kemerovo State University

Abstract. The work examined a personal blog-diary as a material for speech portraiture. The features of the genre and their influence on the degree of reflection of the author's linguistic personality were analyzed. The potential for reflecting patterns and speech features of the author in texts was substantiated. Based on the above, the possibility of a productive comprehensive analysis of the text was noted. The conclusion was made - this genre is productive for identifying the linguistic personality and practicing the algorithm for establishing the authorship of the text.

Keywords: speech portraiture, authorship expertise, natural written speech, blog, personal diary, speech genres

В современном цифровом мире блоги стали неотъемлемой частью интернет-пространства. Большое количество блогов, ежедневно появляющихся в сети, формирует массив данных, который представляет значительный интерес для лингвистических исследований. Как отмечают Е. А. Баженова и И. А. Иванова: «в широком понимании блог не сводится к личному дневнику, ... может быть посвящен одной теме (например, кулинарным рецептам, путешествиям, воспитанию детей), состоять из цитат и отсылок к другим блогам или интернет-ресурсам, содержать только фото- или видеоинформацию» [1]. Действительно, в рамках интернет-жанра «блог» существует большое количество его подвидов: влоги, тревел-блоги, кулинарные блоги, блоги на социальные и политические темы.

В нашей работе мы обращаемся к блогу-дневнику как к особому жанру, а не просто формату блога, описывающему события из жизни. Так, Т. Г. Рабенко выделяет непосредственно жанр интернет-дневник (иначе сетевой, виртуальный, on-line-дневник) как вариацию личного дневника [4]. Нами в работе используется термин «личный блог-дневник» дабы акцентировать внимание на формате блога, а также избежать путаницы со школьными дневниками в электронных системах (также называемыми в т. ч. онлайн-дневниками, электронными дневниками и т. д.). В рамках работы были выделены отличительные черты онлайн-дневника как особого интернет-жанра и жанра естественной письменной речи. Было отмечено, как особенности жанра влияют на потенциал составления портрета языковой личности авторов текста. Целью работы являлось обоснование выбора онлайн-дневников как продуктивного материала для речевого портретирования.

В ходе работы были выделены признаки и свойства блогов-дневников, которые делают их продуктивным материалом для речевого портретирования. Т. Г. Рабенко отмечает: «Интернет-дневник как жанровый вариант дневника наследует многие признаки и функции дневника классического: прежде всего, свойственную дневнику особую форму реализации информативно-оценочной интенции, проявленной в виде интимно представляемого описания личностно значимых событий, проникнутой ощущением ценности отдельной личности; установку на личностную сублимацию». Информативно-оценочная интенция личностно-значимых событий ведет за собой отражение в тексте взглядов, эмоций, черт характера автора, соответственно, далее, при анализе текста, их возможно увидеть. Адресатом блога-дневника являются в том числе подписчики, но они могут выступать косвенным адресатом, что характерно для дневников «Косвенный адресат – потенциальный

читатель, обозначают участника канонической коммуникативной ситуации, к которому говорящий не обращается, но чье присутствие влияет на выбор формы и отчасти содержания высказывания» [2]. Зачастую основным адресатом является сам автор дневника, а целью выступает саморефлексия. Автор не надевает социальные маски, когда обращается к себе, перед собой он более честен, хоть и наличие косвенного адресата вносит коррективы в это. Таким образом, потенциально в тексте дневника может присутствовать более цельное и полное отражение языковой личности автора.

Личный блог-дневник является жанром естественной письменной речи (далее ЕПР). Для ЕПР, согласно Н. Б. Лебедевой, характерны такие черты как письменная форма, спонтанность и непрофессиональность, отсутствие цензуры и редактуры [3]. Данные особенности способствуют более полному отражению черт языковой личности в тексте. Спонтанность и непрофессиональность защищают автора для чрезмерно вдумчивого, кропотливого подбора средств выразительности, способов постройки предложения. Более спонтанно происходит выбор лексических средств или знаков препинания. Это может вести к появлению авторских особенностей или к проявлению характерных для автора орфографических, синтаксических ошибок. Отсутствие редактуры, цензуры и общественных ожиданий высокой грамотности от автора позволяет ему не бояться совершить ошибку, писать в своем стиле, использовать разговорную речь. Всё это также ведет к более свободному выбору языковых средств автором. Если опираться на закон речевой экономии, можно предположить, что автор будет выбирать из возможных средств те, что проще в использовании, а значит – наиболее знакомые, понятные и привычные для него. Это и отражает языковую личность автора на уровне выбора им языковых средств, и порождает характерные для данного автора паттерны, которые мы можем выявить при анализе текста, в том числе, при количественном и машинном анализе.

Ранее для составления портрета языковой личности нами использовались следующие методы: анализ синтаксиса, морфологии, орфографии текстов; анализ частотности использования частей речи, морфем, словоформ, тематический анализ; количественный анализ средней длины предложения текста. Предполагаем, что все индивидуальные языковые особенности, которые возможно выделить благодаря данным методам, отражены в личных блогах-дневниках максимально полно. Соответственно, языковой портрет, составленный на основе таких текстов, будет максимально точным и подробным.

Был сделан вывод, что для жанра личного блога-дневника характерны саморефлексия, интимность и субъектность текстов и тем, эмоциональная вовлеченность. Для текстов не характерна редактура, шаблонность. Всё это позволяет автору максимально проявить языковую личность при написании текста. Благодаря тому, что в личном блоге-дневнике максимально отражена личность автора, в том числе языковая личность на всех уровнях языка, а также присутствуют условия для проявления закономерностей при выборе автором языковых средств, нами был выбран именно этот жанр как объект комплексного анализа. Комплексный анализ текста рассматривается нами как формат автороведческой экспертизы, планируется разработка конкретного алгоритма для проведения экспертизы. Именно максимальная индивидуальность текстов дневников позволит рассмотреть действенность элементов алгоритма и полноту отражения отличительных черт автора на тех или иных уровнях языка.

Список источников:

1. Баженова, Е. А. Блог как Интернет-жанр / Е. А. Баженова, И. А. Иванова // *Вестник Пермского университета. Российская и зарубежная филология*. – 2012. – № 4(20). – С. 125-131. – EDN PJENSZ
2. Зализняк, А. Дневник: к определению жанра / А. Зализняк // *Новое литературное обозрение*. – 2010. – № 6(106). – С. 162-181. – EDN NBNINV
3. Лебедева Н.Б. Естественная письменная русская речь: проблемы изучения / Н. Б. Лебедева // *Русский язык: исторические судьбы и современность: Международный конгресс исследователей русского языка: Труды и материалы*. – М., 2001. – С. 260-261.
4. Рабенко, Т. Г. Вариативное функционирование речевого жанра (на материале жанра личного дневника) / Т. Г. Рабенко // *Сибирский филологический журнал*. – 2018. – № 1. – С. 250-260. – DOI 10.17223/18137083/62/17. – EDN YTJPBI

ПРОЕКТ «РАЗРАБОТКА СОБЫТИЙНОГО МЕРЧА В УЧРЕЖДЕНИИ КУЛЬТУРЫ»

Сурова Татьяна Алексеевна

Кемеровский государственный институт культуры

Научный руководитель: Баканов Евгений Анатольевич, к.э.н.

tanya.surova.02@mail.ru

Аннотация. Социальная значимость создаваемого проекта «Разработка событийного мерча в учреждении культуры» обусловлена развитием бюджетных учреждений сферы культуры путем внедрения новых маркетинговых технологий с целью повышения спроса и привлеченности потребителей. Для создания еще большей заинтересованности и сопричастности зрителя с театром помогает событийный мерч, отличительной чертой которого являются иллюстрации из определенного спектакля.

Ключевые слова: событийный мерч, маркетинг, театр, имидж компании.

THE PROJECT "DEVELOPMENT OF EVENT MERCHANDISE IN A CULTURAL INSTITUTION"

Surova T. A., Kemerovo State University of Culture

Bakanov E. A., Candidate of Economic Sciences, Kemerovo State University of Culture

Abstract. The social significance of the project "Development of event merchandise in a cultural institution" is due to the development of budget-funded cultural institutions through the introduction of new marketing technologies in order to increase demand and consumer engagement. To create even greater interest and involvement of the viewer with the theater, event merch helps, the distinctive feature of which are illustrations from a particular performance.

Keywords: event merchandise, marketing, theater, company image.

Сегодня все театры занимаются продвижением своих продуктов. «Сфера культуры представляет собой такое же пространство потребления, как и область товаров и услуг, что было показано еще в середине прошлого века Т. Адорно и М. Хоркхаймером, применившим к ней понятие “культуриндустрии”» [2, с. 2]. Отечественные театральные организации всегда были ориентированы на зрителя. В целом, современный российский театр продолжает вести огромную работу по привлечению зрителей на спектакли. «Для этого руководители и маркетологи в социально-культурных учреждениях используют маркетинговые технологии, основой которых является ориентация на покупателя» [1, с. 1]. В XXI столетии столичные и региональные театры вынуждены бороться с телевидением и интернетом за зрителя. Театральный маркетинг в данном случае отличается от традиционного тем, что строится не на изучении потребительского рынка, а на желании показать собственный уникальный продукт творческой деятельности – спектакль. «Маркетинг нужно приспособлять к особенностям организаций искусства, продукт их деятельности должен создавать публику, а не наоборот» [3, с. 2]. Использование событийного маркетинга более присуще коммерческим организациям, т. к. их прибыль полностью зависит от платных услуг, и потому они более готовы пробовать и применять сразу на практике инновационные технологии и инструменты. Для бюджетных организаций проведение платных услуг является дополнительной деятельностью и прибылью, поэтому эта характеристика стоит уже, скорее, на втором плане. Но благодаря развитию научно-технического прогресса, рынка услуг и предложения некоммерческие учреждения сферы культуры тоже постепенно внедряют современные методы продвижения в свою деятельность.

Мерч – это брендированная и лимитированная продукция учреждения, которая носит коммуникативный характер со зрителем и позволяет создать у них ощущение сопричастности, отразить ценности организации и повысить узнаваемость ее продукта. Проект нацелен на смешанную аудиторию. Возрастная категория варьируется от 16 лет и старше: молодежь, взрослое население и пожилое население. Возрастное ограничение определено в соответствии с театральной постановкой. Также продукт проекта подходит как для женской, так и для мужской части населения. Мерч будет представлен в виде футболок, толстовок и шкатулок. На каждом товаре будет расположен логотип театра и рисунок с сюжетом из спектакля «В джазе только девушки». Посетители смогут приобрести лимитированную продукцию до начала спектакля и после его завершения, что будет напоминать им о приятном посещении театра и удивительной постановке. Проект завершится выпуском продукции к премьере «В джазе только девушки». В дальнейшем это перейдет в операционную деятельность, где мерч будет разрабатываться к каждой премьере других спектаклей и продаваться; по результатам данного проекта будет обсуждаться вопрос о создании подразделения по разработке событийного мерча на базе ГАУК «Музыкальный театр Кузбасса им. А. Боброва».

Кроме того, были выявлены риски, которые могут возникнуть в процессе реализации проекта. Был произведен качественный анализ имеющихся рисков: оценивалась вероятность их наступления, возможные последствия и способы их устранения. Так, например, риск «отсутствие у поставщика необходимого оборудования» повлияет в большей степени на качество содержания работы, в первую очередь, у дизайнера, т.к. не все компьютеры могут поддерживать определенные программы; риск «задержка изготовления продукции» повлияет в большей степени на срок проекта, т.к. временные затраты на изготовление продукции увеличатся; наконец, риск «отмена спектакля» также повлияет на временные рамки проекта, т.к. в границы проекта входит реализация партии продукции и в случае отмены спектакля реализация продукции перенесется на следующий показ. Уровень риска зависит от величины интегрального коэффициента:

- критические риски – $k_{\text{инт}} > 15$;
- умеренные риски – $5 < k_{\text{инт}} < 15$;
- незначительный риск – $k_{\text{инт}} < 5$.

Таким образом, риски, которые могут возникнуть в процессе реализации проекта, в среднем имеют $k_{\text{инт}} = 8$, что является умеренным уровнем опасности. Все риски учтены, меры по их устранению будут выполнены в ходе работы над проектом.

Определив ранние и поздние даты начала работ, а также их продолжительность, можно проследить критический путь проекта: он составляет 30 дней. Итоговые даты старта и финиша работ: с 1 июля 2025 года по 9 августа 2025, то есть длительность проекта с учетом выходных – 40 дней.

Таким образом, современный информационный мир диктует условия для учреждений сфер культуры, деятельность которых во многом зависит от наличия фото- и видеоматериала, изображений и описаний, средств коммуникации и обратной связи от клиентов, обработки и передачи информации о своих услугах. Для создания имиджа и репутации организации уже недостаточно ведения социальных сетей и создания продукта своей деятельности. Каждый создаваемый продукт, помимо самой информации, должен создавать вокруг себя некое рекламное поле, которое будет воздействовать на потенциального потребителя услуги и визуально, и материально, оставаясь при этом на руках потребителя.

Список источников:

1. Антропов, И. В. Специфика маркетинговых технологий в структуре национального театра : Вестник магистратуры / И. В. Антропов. – 2018. – №7 (82). – Текст : электронный. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/spetsifika-marketingovyh-tehnologiy-v-strukture-natsionalnogo-teatra> (дата обращения: 12.12.2024).
2. Шапинская, Е. Н. Впечатления на продажу : современные тенденции в культуре потребления : Ярославский педагогический вестник / Е. Н. Шапинская. – 2021. – №1 (118). – Текст : электронный. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vpechatleniya-na-prodazhu-sovremennyye-tendentsii-v-kulture-potrebleniya> (дата обращения: 12.12.2024).
3. Шевченко, Е. И. Маркетинг концертно-театральной деятельности : Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования / Е. И. Шевченко, Т. А. Суслова, К. И. Михайличенко. – 2019. – №8 (42). – Текст : электронный. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/marketing-kontsertno-teatralnoy-deyatelnosti> (дата обращения: 12.12.2024).

РАЗРАБОТКА И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ БЭКГРАУНДЕРА В PR-ПРОСТРАНСТВЕ МЕДИА

Тельманова Елизавета Алексеевна

Кемеровский государственный университет

Научный руководитель: Лушпей Анастасия Александровна, к.филол.н.

etelmanova@gmail.com

Аннотация. Цель исследования – проанализировать медиатексты региональных средств массовой информации в аспекте описания способов реализации коммуникативного фона в бэкграундерах. В качестве материалов выступил единственный представленный в региональных реалиях PR-среды жанр бэкграундера – справка, представляющая собой небольшой текст до трех абзацев, включенный в сам пресс-релиз и содержащий фоновую информацию по отношению к основному событию.

Ключевые слова: медиатексты, бэкграундер, PR-коммуникация, коммуникативный фон, пресс-релиз.

DEVELOPING AND VISUALIZING A BACKGROUNDER IN THE MEDIA PR SPACE

Telmanova E. A., Kemerovo State University

Lushpey A. A., Candidate of Philology, Kemerovo State University of Culture

Abstract. The purpose of the study is to analyze the media texts of regional mass media in terms of describing ways to implement a communicative background in the background. The materials were the only genre of the backgrounder presented in the regional realities of the PR environment - a reference, which is a small text of up to three paragraphs included in the press release itself and containing background information in relation to the main event.

Keywords: media texts, backgrounder, PR communication, communication background, press release.

Бэкаундер – «информация текущего, событийного характера, новость, не являющаяся сенсацией, - о новых направлениях деятельности, о текущих мероприятиях» [1, с. 248]. Выделяется два типа бэкграундера: первый тип, рассылаемый прессе PR-специалистами, представляет собой самостоятельный текст, позволяющий журналистам писать материалы для СМИ без искажений; второй тип является частью медиа-кита, расширяющего основную информацию, содержащуюся в пресс-релизе [2]. В данном типе бэкграундера не указывается дата выхода релиза или контактный телефон, что объясняется некоммерческим характером передаваемой информации. Выбор источников для выполнения практической части исследования обусловлен частотой публикации ими пресс-релизов с содержанием бэкграунда: 51 бэкграундер-справка, опубликованные пресс-центрами Администрации правительства Кузбасса (27), Министерства культуры и национальной политики Кузбасса (8) и Государственной научной библиотеки Кузбасса им. В.Д.Федорова (16) в период с ноября 2022 по апрель 2024 года.

Территориальные ограничения в поиске источников материалов связаны с интересом к современному состоянию PR-среды и уровню PR-коммуникации в отдельном регионе – Кемеровской области. Для выявления основных языковых способов реализации коммуникативного фона в бэкграундерах автор использовал алгоритм анализа текстов, первым этапом которого был отбор содержания текстов, отмеченных как справочная информация для предоставления дополнительной информации. На втором этапе сравнивалась информация в непосредственном тексте медиатекста с фактами, вынесенными в бэкграундер, на семантическом уровне для оценки логической и смысловой связи двух компонентов и анализа объема и качества расширения. Наконец, на финальном этапе оценивался стиль изложения, употребляемая лексика, средства выразительности, синтаксические конструкции. Использование такого порядка действий позволило выделить универсальные языковые особенности создания коммуникативного фона медиатекста регионального уровня.

В ходе анализа был выявлен самый частотный способ реализации коммуникативного фона, который выглядел следующим образом: «номинация» (название проекта, программы, мероприятия и т.д.) – «расшифровка». В изученных бэкграундерах представлены только явные дефиниции, то есть те, которые прямо указывают на признаки предмета или явления окружающей действительности, однако они отличаются друг от друга определяемыми языковыми категориями. Вторым форматом написания бэкграундера является историческая справка или, как определили ее мы, ретроспекция, то есть обращение к прошлому, рассматривание минувших событий. Отличительной особенностью таких бэкграундеров стал масштаб охвата действительности, который не ограничивается настоящим временем. В текстах данных «справок» содержится

информация, расположенная в хронологическом порядке от создания компании или проведения первого мероприятия с использованием дат и обращением к историческому контексту событий. Схожей функцией и языковой формой обладают бэкграундеры с третьим выделенным нами способом реализации коммуникативного фона – биографией, которые содержат дополнительную информацию о жизни выдающихся личностей, с деятельностью которых так или иначе связано основное новостное сообщение. В данном исследовании мы остановились на изучении одного жанра PR-текста – бэкграундера, который является инструментом для укрепления имиджа организации, его ключевой задачей является создание коммуникативного фона. Важно, что во время выборки материала для исследования автор столкнулся с проблемой отсутствия публикаций самостоятельного бэкграундера пресс-центрами кузбасских организаций, а основным способом написания бэкграунда к пресс-релизам в наших региональных реалиях стала «справка» – 1-3 абзаца с фоновой исторической или статистической информацией в конце материала, маркированная словами «Для справки», «Справка», «Справочно». В классификации бэкграундеров не выделяют «бэкграундер-справку», потому что в ходе анализа текстов было решено считать его комбинацией факт-листа и бэкграунда внутри пресс-релиза.

В результате анализа 51 бэкграундера-справки, опубликованных пресс-центрами Администрации правительства Кузбасса, Министерства культуры и национальной политики Кузбасса и Государственной научной библиотеки Кузбасса им. В.Д.Федорова в период с ноября 2022 по апрель 2024 года, можно сделать следующие выводы о способах реализации коммуникативного фона.

1. Наиболее распространенным видом бэкграундера на фоне общего снижения интереса к этому жанру PR-текста является бэкграундер-справка, входящая в пресс-релиз и представленная короткой информацией на 1-3 абзаца.
2. Несмотря на то, что в теории бэкграундера отмечается его нейтральность и строгость изложения, на практике допускаются оценочные суждения и эмоционально окрашенная лексика.
3. Репрезентация идеологической модальности, социокультурной реконструкции событий и метасообщений была найдена во всех изученных нами бэкграундерах.

Вместе с развитием информационных технологий и адаптацией журналистов и PR-менеджеров к условиям новой реальности меняется и подход к использованию и пониманию бэкграундеров, так как в практической реализации медиатекста примеры стандартного бэкграундера отсутствуют; зачастую функцию бэкграундера выполняет раздел «О компании» на сайте организации, инфографика или ссылка на Интернет-ресурс. «Рост значимости PR-коммуникации объясняется рядом важных причин, среди которых необходимо назвать изменение условий жизни общества, повышение уровня осведомленности и компетентности людей, рост значения общественного мнения и т.д. В этой ситуации очевидно, что от уровня научного осмысления данных процессов зависят и результаты практической PR-деятельности» [3, с. 35]. Таким образом, вместе с изменением подхода к пониманию бэкграундера меняются и способы реализации коммуникативного фона.

Список источников:

1. Козлова, К. А. Бэкграундер как один из современных способов PR-коммуникаций / К. А. Козлова, Н. А. Крячко // *Проблемы современной экономики*. – 2010. – № 2-2. – С. 247-251.
2. Кривоносов, А. Д. PR-текст в системе публичных коммуникаций / А. Д. Кривоносов. – СПб.: Петербургское Востоковедение, 2002. – 288 с.
3. Мухина, М. В. Способы отражения ценностей целевой аудитории в PR-тексте / М. В. Мухина // *Известия Волгоградского государственного педагогического университета*. – 2012. – № 8. – С. 34-38.

«EVENT GENIUS» – AI-ПОМОЩНИК ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ МЕРОПРИЯТИЙ

Трубникова Алина Дмитриевна

Кемеровский государственный институт культуры

Научный руководитель: Дворовенко Ольга Владимировна, канд. пед. наук

alinatrubnikovaa@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматривается проблема сложности и трудоемкости организации мероприятий и предлагается решение в виде платформы "Event Genius" – AI-помощника, автоматизирующего процессы и предоставляющего интеллектуальную поддержку организаторам.

Ключевые слова: организация мероприятий, искусственный интеллект, планирование, риски, оптимизация, эффективность.

“EVENT GENIUS” – AI-ASSISTANT FOR ORGANIZING EVENT

Trubnikova A. D., Kemerovo State University of Culture

Dvorovenko O. V., PhD in Pedagogical Sciences, Kemerovo State University of Culture

Abstract. This article examines the problem of the complexity and labor intensity of organizing events and proposes a solution in the form of the “Event Genius” platform – an AI assistant that automates processes and provides intellectual support to organizers.

Keywords: event organization, artificial intelligence, planning, risks, optimization, efficiency.

Организация мероприятий – сложный процесс, требующий учета множества деталей, от выбора площадки и составления бюджета до координации персонала и создания маркетинговой кампании. Event Genius, AI-помощник для организации мероприятий, призван решить эту проблему, автоматизируя рутинные задачи и предоставляя организаторам мощный инструмент для планирования, управления и анализа. Event Genius использует искусственный интеллект для оптимизации каждого этапа организации мероприятия, минимизируя риски и экономя время. Платформа предоставляет доступ к сообществу профессионалов, где можно делиться опытом, находить специалистов и волонтеров.

Event Genius – это инновационный AI-помощник, призванный революционизировать организацию мероприятий любого масштаба. От планирования бюджета до создания контента и управления персоналом – Event Genius использует искусственный интеллект для оптимизации каждого этапа, минимизируя риски и экономя драгоценное время организаторов. Платформа также предоставляет доступ к сообществу профессионалов, где можно делиться опытом, находить специалистов и волонтеров.

Цель проекта Event Genius – предоставить организаторам мероприятий любого уровня, от новичков до профессионалов, мощный и удобный инструмент, который упростит и оптимизирует весь процесс, от начального планирования до пост-event анализа.

С помощью искусственного интеллекта Event Genius минимизирует риски, снижает стресс и повышает эффективность организации мероприятий, позволяя организаторам сосредоточиться на креативной составляющей. Кроме того, платформа формирует активное сообщество специалистов, где они могут обмениваться опытом, находить партнеров и получать поддержку.

Функциональность Event Genius охватывает следующие области:

1. Планирование: Организатор вводит информацию о мероприятии: тип, дата, время, место, бюджет, количество участников, тематика, цели и задачи. AI предлагает несколько вариантов сценария, включая расписание с учетом тайминга, списка ресурсов, формата взаимодействия с аудиторией и буферного времени на непредвиденные обстоятельства. AI подбирает оптимальные площадки, учитывая тип мероприятия, вместимость, технические возможности, доступность, стоимость и отзывы. AI анализирует потенциальные риски (погода, транспорт, техника) и предлагает стратегии их минимизации. AI формирует предварительную смету, включая аренду, кейтеринг, транспорт, персонал и другие расходы. AI помогает найти специалистов (фотографы, ведущие, дизайнеры) и организовать волонтерский корпус.

2. Создание контента: AI помогает создавать рекламные материалы: тексты, пресс-релизы, анонсы, посты в соцсетях. AI предлагает варианты оформления: логотипы, баннеры, афиши, приглашения. AI помогает создать промо-сайт, отражающий тематику и стиль мероприятия.

3. Организация и контроль: AI генерирует подробный чек-лист задач для каждого этапа. AI отправляет напоминания о важных датах и дедлайнах. AI отслеживает расходы и сравнивает их со сметой. AI анализирует отзывы участников и предлагает рекомендации по улучшению будущих мероприятий.

Решение проблемы с помощью Event Genius заключается в следующем: организатор вводит ключевую информацию о мероприятии (тип, дата, место, бюджет, количество участников, тематика), а AI генерирует варианты сценария, расписания, списка ресурсов и формата взаимодействия с аудиторией. AI также подбирает подходящие площадки, прогнозирует риски и затраты, помогает с подбором персонала, созданием контента (тексты, визуальные материалы, лендинг) и контролем (чек-лист, напоминания, контроль бюджета, обратная связь). Социальные функции платформы (форум, база специалистов, биржа волонтеров) позволяют организаторам общаться, обмениваться опытом и находить нужных специалистов.

Создание приложения Event Genius возможно с использованием современных технологий разработки программного обеспечения и AI. В основе приложения должны лежать мощные алгоритмы машинного обучения, обученные на большом объеме данных о мероприятиях. Приложение должно иметь интуитивно понятный интерфейс, позволяющий организаторам легко вводить данные и получать результаты. Интеграция с другими сервисами (бронирование билетов, оплата, транспорт) повысит удобство использования. Для разработки можно использовать такие технологии, как Python, JavaScript, React, базы данных SQL и NoSQL, облачные платформы (AWS, Google Cloud).

Визуально приложение должно быть чистым и современным. Главный экран может содержать список текущих мероприятий и быстрый доступ к ключевым функциям. В разделе планирования можно использовать интерактивные календари, графики и формы для ввода данных. В разделе контента можно интегрировать графические редакторы и инструменты для создания лендингов. Раздел сообщества может быть оформлен как форум или социальная сеть. Важна адаптивность дизайна для разных устройств (десктопы, планшеты, смартфоны).

Социальные функции платформы включают: Форум для общения организаторов, обмена опытом и решения вопросов. Базу специалистов с рейтингами и отзывами. Биржу волонтеров для поиска и участия в мероприятиях.

Преимущества использования Event Genius: Экономия времени и ресурсов благодаря автоматизации. Повышение эффективности за счет учета всех деталей и минимизации ошибок. Снижение рисков благодаря прогнозированию и предложению решений. Персонализация услуг под потребности организатора.

Дальнейшее развитие проекта предполагает: Интеграцию с сервисами бронирования билетов, оплаты, транспорта и др. Разработку функции виртуальных туров по местам проведения мероприятий. Расширенную аналитику для оптимизации маркетинга и повышения ROI. Event Genius – это будущее организации мероприятий, делающее процесс простым, эффективным и приятным.

Event Genius – это не просто приложение, это интеллектуальный помощник, который способен изменить подход к организации мероприятий, сделав процесс более эффективным, предсказуемым и менее стрессовым. Дальнейшее развитие может включать интеграцию с VR/AR технологиями для создания виртуальных туров по площадкам и расширенную аналитику для оптимизации маркетинговых кампаний.

ТЕХНОЛОГИИ РАБОТЫ С МАРГИНАЛЬНЫМИ ГРУППАМИ: РЕАБИЛИТАЦИЯ ИЛИ ИЗОЛЯЦИЯ

Фольмер Демид Эдуардович

Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева

Научный руководитель: Зубова Анастасия Васильевна, ассистент

217136@kuzstu.ru

Аннотация. В современном мире маргинализация отдельных групп становится острой проблемой, требующей эффективных решений. В тезисах рассматриваются технологии работы с маргинальными группами, а также сравниваются подходы реабилитации и изоляции. Выявлены преимущества реабилитационных практик, способствующих социальной интеграции и улучшению качества жизни маргиналов, а также выявление ситуаций необходимости изоляции.

Ключевые слова: маргинальные группы, социальная реабилитация, социальная изоляция, социальная интеграция.

TECHNOLOGIES FOR WORKING WITH MARGINALIZED GROUPS: REHABILITATION OR ISOLATION

Folmer D.E., Kuzbass State Technical University

Zubova A.V., assistant, Kuzbass State Technical University

Abstract. In the modern world marginalization of certain groups becomes an acute problem that requires effective solutions. The thesis considers technologies of work with marginalized groups, as well as compares the approaches of rehabilitation and isolation. The advantages of rehabilitation practices that promote social integration and improve the quality of life of the marginalized are identified, as well as the identification of situations of the need for isolation.

Keywords: marginalized groups, social rehabilitation, social isolation, social integration.

Маргинальные группы – это социальные слои или сообщества, которые, по различным причинам и жизненным обстоятельствам, оказываются на "задворках" общества. Это может быть связано с экономическими, культурными, психологическими или правовыми причинами. В такие группы входят бездомные, наркозависимые, освободившиеся из мест лишения свободы, а также другие категории, которые по тем или иным причинам исключены из полноценного социального взаимодействия.

В условиях современного социального и экономического неравенства, глобализации и урбанизации, проблема маргинальных групп становится все более явной. Их изоляция без попыток решения проблемы приводит к росту социальной напряженности и увеличению преступности. В то время как успешная реабилитация может не только помочь конкретным людям, но и снизить экономическое бремя для государства, и общественную напряженность [3].

Маргинализация – это сложный процесс, который может возникать в результате следующих особенностей:

Социальные: Маргинальные группы часто сталкиваются с отсутствием доступа к базовым благам: образованию, здравоохранению, трудоустройству.

Экономические: Низкий уровень доходов или полное их отсутствие, что приводит к бедности и, как следствие, к социальной изоляции.

Психологические: Лица, находящиеся в маргинальном положении, нередко испытывают чувство отчуждения, депрессии и утраты социальной идентичности.

Причины маргинализации: Социальное неравенство, травматический опыт (войны, насилие, бедность), зависимости или криминальное поведение.

Реабилитация — это процесс восстановления человека как полноценного члена общества, направленный на его социальную, психологическую и профессиональную адаптацию [1].

Реабилитация строится на следующих ключевых принципах:

Индивидуальный подход: учет уникальных обстоятельств и потребностей каждого человека.

Комплексность: одновременная работа с социальными, экономическими, медицинскими и психологическими аспектами проблемы.

Партнёрство: участие общества, государства и самого реабилитируемого в процессе изменений.

Долгосрочная поддержка: постреабилитационное сопровождение, чтобы минимизировать риски возврата к маргинальному состоянию.

Образование и профессиональная подготовка – ключевые элементы социальной адаптации. Они помогают освоить востребованные профессии. Обучают базовым навыкам (чтение, письмо, цифровая грамотность), что особенно важно для бездомных и мигрантов.

Важна так же и психологическая помощь и подготовка. Так индивидуальная терапия направлена на работу с личными травмами, повышением самооценки и уверенности в себе. Групповая терапия создаёт большие общества с похожими проблемами. Например, группа анонимных алкоголиков.

Не менее важна так же и социальная адаптация. Предоставление временного жилья, помощь в поиске работы, создание квот и иных мер поддержки.

Все вышесказанное позволяет определить преимущества реабилитации.

Во-первых, это снижения преступности. Успешная реабилитация бывших заключенных существенно снижает вероятность их возвращения и рецидива.

Во-вторых, это экономическая выгода, люди прошедшие успешную реабилитацию становятся полноценными участниками экономики.

А так же, успешная реабилитация маргинальных групп в общество снижает социальную напряжённость.

Однако, реабилитация сталкивается с некоторыми проблемами.

В первую очередь это финансирование. Подобные программы требуют значительных ресурсов, что затрудняет их реализацию в бедных странах.

Так же многие люди не готовы принимать бывших маргиналов в свою среду. При этом, если реабилитация недостаточно качественная или недостаточно длительная, человек может вернуться к бывшему образу жизни.

Изоляция – это стратегия, направленная на удаление маргинальных групп от общества для минимизации рисков, которые они могут представлять. Этот подход акцентируется на защите общества, но зачастую упускает возможность работы с первопричинами маргинализации [2].

Основные цели изоляции направлены на предотвращение возможных угроз, исходящих от маргинальных групп. А так же минимизацию из преступной активности и снижению распространению зависимостей.

При этом он устанавливает контроль за лицами которые угрожают стабильности общества. А так же направлен на снижение конфликтов между маргинальными группами.

Изоляция бывает разных форм, но основные это:

Лишение свободы: Использование тюрем и колоний. Не смотря на эффективность такой изоляции, их реабилитационная способность на практике очень низкая

Лечебные учреждения: Обязательное помещение лиц с психическими расстройствами или зависимостями в специальные учреждения. Но такие учреждения зачастую нарушают права человека.

Принудительное переселение: Перемещение маргинальных групп в отдельные, изолированные зоны. Однако в таком случае проблема не решается, а лишь переносится в другую зону.

Основные преимущества изоляции это быстрый эффект. Удаление угрозы позволяет снизить социальную напряженность быстрее других методов. Предотвращает рост преступности, а также даёт возможность для контроля над маргинальными группами.

Однако, недостатки и здесь достаточно весомые. Это конечно же дегуманизация. При этом лица подвергшиеся изоляции часто лишены возможности вернуться в общество. А так же теряется перспектива на реинтеграцию. Такие люди «отстают» от жизни и современных тенденций.

Каждый из подходов требует взвешенного решения. Так как каждый из них имеет свои плюсы и минусы. Сравнивая их, в первую очередь можно выделить разницу в целях и задачах. Если реабилитация стремится помочь человеку адаптироваться в обществе, найти своё место и избавиться от факторов, которые привели к

маргинализации, то изоляция же сосредоточена на защите общества от угроз. Она направлена на устранение проблемы здесь и сейчас [1].

При этом реабилитация имеет долгосрочный эффект, в то время как изоляция направлена на быстрое решение проблемы, которое, однако, зачастую лишь приводит к замкнутому кругу.

Оба подхода требуют значительных финансовых вложений.

Важно понимать, что работа с подобными группами крайне сложный и спорный вопрос. Реабилитация — это взгляд в будущее, основанный на вере в возможность изменений. Она помогает людям вернуться в общество, избавиться от стереотипов и обрести новую жизнь. Да, этот путь требует больше времени и усилий, но его долгосрочные результаты стоят затраченных ресурсов.

Изоляция, напротив, предлагает быстрые решения. Она защищает общество от угроз, но редко решает первопричины проблемы. Без реабилитационных программ изоляция превращается в порочный круг, в котором человек остается заложником обстоятельств.

Необходим комплексный подход, чтобы использовать все преимущества как изоляции, так и реабилитации, при этом устраняя их недостатки. Только в таком случае будет защищены и общество, и права человека.

Список источников:

1. Нагибин, В. Л. О медицинской и социальной реабилитации осужденных без изоляции от общества / В. Л. Нагибин // *Пенитенциарная система и общество: опыт взаимодействия*. – 2022. – С. 363-366.
2. Преображенский, Ю. В. Пространственная маргинализация: подходы и уровни исследования / Ю. В. Преображенский // *Вестник Тверского государственного университета. Серия: География и геоэкология*. – 2020. – №. 2. – С. 5-12.
3. Теплов, А. В. Маргинальность и маргинальные группы в современном обществе / А. В. Теплова, М. В. Ермоленко, З. Р. Гильмиярова // *Вестник науки*. – 2024. – Т. 3. – №. 6 (75). – С. 1187-1190.

«КУЛЬТУРА ОТМЕНЫ» РОССИЙСКОГО КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ: ПРОБЛЕМА МЕЖДУНАРОДНОГО ПРАВА ИЛИ ПУТЬ К КУЛЬТУРНОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ?

Чижикова Кристина Олеговна

*Кемеровский государственный институт культуры
Научный руководитель: Матвеева Елена Викторовна, д. полит. н.
kristina_chizhikova@list.ru*

Аннотация. В статье уделяется внимание сущности феномена «культура отмены» в отношении российского культурного наследия. Приводятся документы международного права, направленные на охрану культурного наследия государств-членов ООН, однако на практике наблюдается процесс «отмены» культуры целых государств. Автор на примере Российской Федерации показывает давление со стороны мирового сообщества в отношении культуры, что в итоге оказывает консолидирующее влияние на российское общество и возрождение российской идентичности.

Ключевые слова: «культура отмены», культурное наследие, традиции, идентичность, общество, Россия.

“CANCEL CULTURE” OF RUSSIAN CULTURAL HERITAGE: A PROBLEM OF INTERNATIONAL LAW OR A PATH TO CULTURAL IDENTITY?

Chizhikova K.O., Kemerovo State University of Culture

Matveeva E.V., Doctor of Political Sciences, Kemerovo State University of Culture

Abstract. The article focuses on the essence of the phenomenon of "cancel culture" in relation to Russian cultural heritage. It cites documents of international law aimed at protecting the cultural heritage of UN member states, but in practice, there is a process of “cancellation” of the culture of entire states. Using the example of the Russian Federation, the author shows the pressure from the world community in relation to culture, which ultimately has a consolidating effect on Russian society and the revival of Russian identity.

Keywords: “cancel culture”, cultural heritage, traditions, identity, society, Russia.

«Культура отмена» явление не сегодняшнего дня, но как показывает опыт последнего десятилетия, сфера культуры все более ярко начинает оцениваться сквозь призму глобальных международных политических трендов. Нам представляется важным в рамках нашей статьи ответить на вопрос – способны ли ограничения в области российской культуры привести к утрате или подмене культурного наследия или, наоборот, происходящие процессы в итоге способствуют консолидации российского общества вокруг культурного кода и, в конечном итоге, позволяют усилить культурную идентичность российского народа?

Под «культурой отмены» принято рассматривать критику известных культурных, политических или общественных деятелей в традиционных СМИ (телевидение, печать) и социальных сетях за трансляцию «неправильных» мыслей в массы. Зачастую анонимные пользователи призывают бойкотировать людей с неприемлемым для них мнением, чтобы снизить их влияние. Однако общество способно «отменять» не только личности, обладающие авторитетом, но и культурное наследие целых стран. В данном случае под «культуру отмены» попадают памятники, монументы, произведения художественного искусства, мемориальные объекты, спектакли и концертная деятельность, в меньшей мере – традиции, обряды, устное народное творчество и т. д.

Как справедливо отмечают авторы монографии «Культура: грани бытия» (2024), «культура отмены» представляет собой достаточно многогранное явление, которое можно адресовать не только к культуре и искусству, но и к совершенно разнохарактерным явлениям общества – политике, экономике, социальным группам и целым государствам [1, с. 92].

Ключевым международным институтом, защищающим интересы государств в вопросах культуры на международном уровне, выступает ООН и созданное в рамках данной структуры специализированный орган по вопросам образования, науки и культуры – ЮНЕСКО. В настоящее время на международном уровне по инициативе ЮНЕСКО принят целый перечень документов международного права, регламентирующий вопросы охраны культурного материального и нематериального наследия государств. В их числе:

- Гаагская конвенция о защите культурных ценностей в случае вооружённого конфликта (1954);
- Парижская конвенция о мерах, направленных на запрещение и предупреждение незаконного ввоза, вывоза и передачи права собственности на культурные ценности (1970);

- Конвенция об охране всемирного культурного и природного наследия (1972);
- Конвенция об охране нематериального культурного наследия (2003) и др.

Каждый из отмеченных документов вносит свой вклад в охрану культурного достояния стран и способствует сохранению разнообразия культур, что однозначно имеет большое значение для всего человечества. К сожалению, данные международные соглашения в полной мере или частично могут регулярно нарушаться.

Приведем наиболее значимые, по нашему мнению, примеры ограничений, накладываемые со стороны западных государств в отношении российского культурного наследия. Более подробно остановимся на примерах, имеющих отношение к объектам культурного (материального) наследия. Согласно Федеральному закону от 25.06.2002 № 73-ФЗ (ред. от 08.08.2024) «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» к числу объектов культурного наследия отнесены: «объекты недвижимого имущества (включая объекты археологического наследия) и иные объекты с исторически связанными с ними территориями, произведениями живописи, скульптуры, декоративно-прикладного искусства, объектами науки и техники и иными предметами материальной культуры...».

В 2022 году началась конфискация российских картин, прибывших на выставку во Францию. Власти Франции приняли решение ввести ограничения на использование портретов, написанных Валентином Серовым, поскольку активы владельцев этих произведений искусства были заморожены в результате санкций. В том же году выдающиеся деятели искусства – дирижёр Валерий Гергиев и оперная певица Анна Нетребко – столкнулись с рядом проблем за рубежом. Они были исключены из состава исполнителей Баварской оперы, а Валерий Гергиев утратил статус приглашённого дирижёра Мюнхенского филармонического оркестра. Кроме того, у этих артистов были отменены выступления в Карнеги-холле из-за политических взглядов.

Особую обеспокоенность вызывает тенденция сноса памятников воинам-освободителям в странах Балтийского моря, принимавших участие в Великой Отечественной войне. В некоторой степени это можно объяснить тем, что государства стремятся дистанцироваться от коммунизма, который был важной частью истории СССР. Тем не менее, это нарушает нормы международного права, направленные на охрану культурного наследия для передачи его будущим поколениям.

Что демонстрируют в этих условиях российское общество и культура? Какая реакция наблюдается со стороны политической элиты страны и других стран? Фактически смена глобальных трендов в роли культуры приводит к осознанию российским обществом некоторой самодостаточности себя как государства. Культура становится ключевым компонентом в отношениях между государством и обществом. Она служит «мостом» между людьми, распространяя единые взгляды, убеждения, ценности, идеалы и модели поведения. Это способствует сплочению людей и их самоопределению, а также формированию чувства принадлежности к единому культурному коду. Получается, что в сложившейся международной ситуации, имеющей абсолютно конъюнктурный неправомерный характер по отношению к Российской Федерации, заметное место начинают играть нематериальные ценности и нормы российской культуры.

С момента начала проведения СВО по текущий момент времени можно выделить проведение лишь одного общероссийского социологического опроса, проведенного ВЦИОМ в июне 2022 года. С чем можно связать отсутствие повторных мониторинговых исследований в последующие годы? Возможно, прошло не так много времени и повторный мониторинговый замер пока просто не требуется. Среди основных «проблемных» полей, выявленных в 2022 году, можно отметить такие, как: массовое исключение российской культуры из международного дискурса (обеспеченность проявляет 53 % респондентов, среди работников культуры и искусства 58 %), необходимость защиты своих прав в культурном пространстве с привлечением СМИ (30 %) и западных лидеров общественного мнения (20 %). Необходимость введения зеркальных мер в отношении западной культуры поддерживает 22 % при отказе от такой меры в лице 73 % респондентов [2].

Деятельность ООН в вопросах защиты культурного наследия государств на международном уровне показывает свою несостоятельность, а государства-члены ООН все чаще ставят вопрос о давно назревшей реформе организации. Так, 24 октября 2024 года Президент РФ В. В. Путин в ходе итогового заседания БРИКС заявил о необходимости реформы институтов ООН [3]. Еще одним примером можно назвать заявление, прозвучавшее 23 сентября 2024 года на 78-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН со стороны глав МИД «Группы четырех» (Бразилия, Германия, Индия, Япония) о необходимости реформирования Совета Безопасности ООН [4].

Подводя итог, отметим, что оказываемое давление на российскую культуру – это возможность для России переосмыслить и укрепить свою культурную идентичность. В условиях давления и критики появляются новые стимулы к более глубокому анализу и переосмыслению своей истории, ценностей и русских вековых традиций. Давая ответ на поставленный в самом начале работы вопрос, отметим, что происходящие процессы в России под воздействием мировых трендов и «пробуксовки» норм международного права дают основания

делать ставку на дальнейшее развитие культурной идентичности нашей страны с учетом опоры на колоссальный исторический опыт и культурные традиции русского народа.

Список источников:

1. *Культура: грани бытия: монография* / М. А. Богатов, Д. А. Богатова, А. А. Гришин, Е. В. Жбанкова, Р. А. Жумаев, И. Ю. Замчалова, Д. Д. Иванова, Р. А. Комиссаров, Н. П. Лысикова, Н. А. Мальшина, Е. В. Матвеева и др. – Саратов: Саратовский источник, 2024. 182 с.
2. «Отмена» России и как с ней бороться. 06.06.2022. URL: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/otmena-rossii-i-kak-s-nei-borotsja> (дата обращения: 21.02.2025).
3. Путин заявил о необходимости реформирования институтов развития ООН. 24.10.2024. URL: <https://iz.ru/1779490/2024-10-24/putin-zaiavil-o-neobkhodimosti-reformirovaniia-institutov-razvitiia-onn> (дата обращения: 21.01.2025).
4. Совместное заявление глав МИД стран «Группы четырех», посвященное вопросам реформирования Совета Безопасности ООН. 24.09.2024. URL: <https://germania.diplo.de/ru-ru/g4/2677524> (дата обращения: 21.01.2025).

СИСТЕМА ОБРАЗОВАНИЯ ДОНБАССА В ГОДЫ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ

Шатохина Марина Валериевна

Донецкий государственный педагогический университет

m.v.sh@bk.ru

Аннотация. В тезисах рассматривается значение педагогических кадров в годы Великой Отечественной войны, когда система образования Донбасса претерпела значительные изменения, которые были вызваны необходимостью адаптации к условиям фронтовой реальности и потребностями общества. Образовательные учреждения оказались в центре социальных изменений, и их роль в укреплении обороноспособности страны стала особенно важной. Преподаватели активно участвовали в патриотическом воспитании молодежи, формируя у них осознание необходимости поддержки фронта.

Ключевые слова: Донбасс, система образования, учителя, победа.

THE EDUCATION SYSTEM OF DONBASS DURING THE GREAT PATRIOTIC WAR

Shatokhina M. V., Donetsk State Pedagogical University

Abstract. The theses examine the importance of teaching staff during the Great Patriotic War, when the education system of Donbass underwent significant changes that were caused by the need to adapt to the conditions of frontline reality and the needs of society. Educational institutions found themselves at the center of social changes, and their role in strengthening the country's defense capability became especially important. Teachers actively participated in the patriotic education of young people, forming in them an awareness of the need to support the front.

Keywords: Donbass, education system, teachers, Victory/

В сентябре 2024 года Донбасс отмечал 81-ю годовщину освобождения от немецко-фашистских оккупантов. Каждый год мы вспоминаем боевые и трудовые подвиги, которые способствовали этой победе, а также ужасные потери, которые понесла наша страна и её народ в годы войны. К сожалению, история склонна повторяться: в 2014 году на Донбассе началось кровопролитное противостояние, продолжающееся и сегодня.

Современный период характеризуется становлением нового государственного строя Донецкой Народной Республики в составе Российской Федерации. Начало нового периода в истории нашего региона вызывает интерес к изучению прошлого Донецкого края со стороны историков не только Донбасса, но и всей России, что позволит переосмыслить проблемы прошлого и учесть имеющийся опыт в настоящем.

Подвиг народа во время Великой Отечественной войны стал испытанием для каждого. Исследование охватывает то время, когда Донбасс был оккупирован, однако стремление к свободе и независимости не удалось сломить. На захваченных территориях развернулось противостояние между советским народом и немецкими оккупантами, которое проявлялось в различных формах.

Очевидно, что система образования играет важную роль в развитии и формировании общества, будучи неотъемлемой частью его жизни. Временами социальных перемен и драматических изменений общественные функции учителей нарастают. Преподаватели участвуют в формировании личностей, оказывая значительное влияние на мировоззрение и систему ценностей учащихся.

Целью данного исследования является анализ опыта помощи учителей фронту в годы Великой Отечественной войны. Вопросы деятельности образовательных учреждений Донбасса были рассмотрены в разных работах советского периода, но часто через призму идеологии, что искажает объективность представления.

В постсоветский период появились критические исследования, переосмысляющие события прошлого; определенные аспекты системы образования анализируются авторитетами, такими как М. Быстрая и И. Тарнавский. Однако в этих работах недостаточно внимания уделяется данной проблеме; даже в монографии П. Доброва и Т. Удаловой «Помощь тружеников Донбасса фронту в годы Великой Отечественной войны» вопрос о помощи учителей был упомянут лишь вскользь.

Таким образом, данная проблема требует научного обоснования и привлечения новых источников. Начало Великой Отечественной войны 22 июня 1941 года ознаменовало особый период в истории страны, когда советский народ вступил в решительную борьбу с агрессором. Столкнувшись с тотальной войной,

основные задачи каждого гражданина стали ясны: необходимо было пересмотреть свою жизнь ради помощи фронту. Преподаватели и их ученики не были исключением.

На начальном этапе войны нацистская Германия обладала заметным технологическим и тактико-стратегическим перевесом, что способствовало поражениям европейских стран. Чтобы устранить отставание и быстро отреагировать на угрозу, стране нужны были качественные специалисты. Учебным заведениям предстояло разработать новые курсы, направленные на укрепление обороноспособности, и ускорение обучения. Педагоги активно участвовали в общественно-политической работе, поддерживая мобилизацию всех сил против врага.

С первых дней войны студенты и преподаватели, отказываясь от отсрочки, записывались добровольцами в Красную Армию и в народное ополчение. Кампания добровольного призыва преподавателей имела особое значение, поскольку они являлись общественным примером для молодежи. Остальные учителя, не могущие отправиться на фронт по состоянию здоровья или по другим причинам, все свои силы посвятили укреплению обороны, обеспечивая подготовку кадров для армии и народного хозяйства.

Призыв «Все для фронта! Все для победы!» стал девизом для трудящихся в тылу, которые увеличивали производственные объемы для нужд Красной Армии. Представители интеллигенции, вместе с рабочими и крестьянами, активно участвовали в борьбе против фашизма. Нельзя забывать и о значении преподавателей в формировании идеологической стойкости масс, противостоящих пропаганде нацизма.

История показывает, что сплоченность и общее сознание народа имеют критическое значение для решения серьезных вопросов. В течение войны в учебных заведениях Донбасса проводились митинги, на которых преподаватели и студенты осуждали нападение нацистов на СССР, выражая желание отдать свои силы для победы над оккупантами.

Учителя писали патриотические статьи, раскрывающие истину о нацизме и призывающие к защите Родины. Их помощь фронту проявлялась не только в патриотической работе, но и в заботе о семьях фронтовиков и детях, оставшихся без родительской заботы. Преподаватели активно поддерживали детей, проводя с ними занятия и помогая в быту.

Таким образом, учительские кадры сыграли значительную роль в формировании обороноспособности государства, через образовательную систему и личное влияние формируя моральные и духовные ценности советского общества, что стало ключевым фактором победы.

Список источников:

1. Добров, П. В. *Допомога трудівників Донбасу фронту в роки Великої Вітчизняної війни* / П. В. Добров, Т. М. Удалова. – Донецьк : Норд-прес, 2006. – 237 с.
2. Добров, П. В. *Система освіти в Донбасі в роки Великої Вітчизняної війни* // П. В. Добров, М. О. Бистра. – Донецьк : Норд-прес, 2006. – 273 с.
3. Кравчук? І. М. *Розвиток вищої освіти в Донбасі у XX столітті: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. іст. наук : 07.00.01* / І. М. Кравчук. – Донецьк, 2008. – 19 с.
4. Тарнавський. І. С. *Німецько-фашистський окупаційний режим в Донбасі (1941-1943): Автореф. ...канд.іст.наук: 07.00.01* / І. С. Тарнавський. – Донецьк, 1999. – 19 с.
5. *Вища школа Української РСР за 50 років : у 2 ч. – К. : Вид-во Київ. Ун-ту, 1967. – Ч. 1. – 395 с.*

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА ВЫПУСКНИКОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ, ПРОФИЛЬ «ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА», И УСЛОВИЯ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Якимов Василий Александрович, аспирант

Мелитопольский государственный университет

Yakimov1992Vasiliy@yandex.ru

Аннотация. Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС ВО 44.03.01) и профессиональные стандарты «Педагог» (код 01.001) и «Тренер-преподаватель» (код 05.018) формируют основу требований к профессиональной подготовке будущих педагогов. В настоящем исследовании рассматриваются психолого-педагогические условия, которые способствуют формированию профессиональных качеств у студентов, обучающихся по профилю «Физическая культура».

Ключевые слова: профессиональные качества, профиль «физическая культура», обучение, выпускники педагогического направления.

PROFESSIONAL QUALITIES OF GRADUATES OF THE PEDAGOGICAL DIRECTION, PROFILE "PHYSICAL EDUCATION", AND CONDITIONS OF THEIR FORMATION IN THE TRAINING PROCESS

Yakimov V. A., postgraduate student, Melitopol State University

Abstract. Federal State Educational Standard (FSES VO 44.03.01) and professional standards "Teacher" (code 01.001) and "Trainer-teacher" (code 05.018) form the basis of requirements for the professional training of future teachers. This study examines the psychological and pedagogical conditions that contribute to the formation of professional qualities in students studying in the profile "Physical Education".

Keywords: professional qualities, profile "physical education", training, graduates of the pedagogical direction.

Современные социальные и образовательные вызовы диктуют необходимость подготовки учителей, способных эффективно адаптироваться к изменяющимся условиям образовательной среды. Выпускники педагогического направления, специализирующиеся в физической культуре, должны не только владеть профессиональными компетенциями, но и демонстрировать личностные качества, такие как ответственность, лидерство, стрессоустойчивость и мотивационная устойчивость.

Педагог физической культуры выполняет важнейшую социальную функцию – формирует у подрастающего поколения интерес к здоровому образу жизни и спорту. Однако современная школа предъявляет высокие требования к уровню подготовки учителей: они должны уметь работать в условиях цифровизации образования, организовывать проектную и внеурочную деятельность, а также эффективно взаимодействовать с учениками и их родителями.

Работы таких исследователей, как Э. Ф. Зеер, Н. В. Кузьмина, В. А. Сластенин, подчеркивают необходимость создания комплексных условий для развития профессионально-личностных качеств у будущих педагогов.

Основная часть

1. Психолого-педагогические условия формирования профессиональных качеств.

В процессе обучения будущих педагогов важно учитывать влияние как внутренних, так и внешних факторов. К психолого-педагогическим условиям, способствующим развитию профессиональных качеств, относятся:

- Педагогические условия: использование субъект-субъектного подхода, применение рефлексивных методов и развитие самостоятельности студентов.
- Организационные условия: создание комфортной образовательной среды, стимулирующей профессиональный рост, и использование междисциплинарных программ.
- Социальные условия: участие студентов в культурно-просветительской и спортивной деятельности, что развивает их коммуникативные и организаторские навыки.

Реализация этих условий возможна через внедрение инновационных технологий обучения и ориентацию на личностные потребности студентов.

2. Влияние стандартов на профессиональную подготовку

ФГОС ВО 44.03.01 устанавливает требования к формированию у студентов универсальных и профессиональных компетенций, таких как способность к проектированию образовательного процесса и реализации личностно-ориентированного подхода.

Профессиональный стандарт «Педагог» акцентирует внимание на следующих аспектах:

- готовность к организации учебного процесса;
- умение мотивировать учащихся и развивать их интерес к изучаемой дисциплине;
- способность к саморефлексии и профессиональному росту.

Стандарт «Тренер-преподаватель» включает требования к навыкам управления процессом спортивной подготовки, формированию индивидуальных тренировочных программ и созданию условий для развития мотивации учащихся.

3. Технологии и методы формирования профессиональных качеств

Образовательный процесс в вузах физической культуры ориентирован на практическое применение теоретических знаний. Наиболее эффективными технологиями являются:

- Контекстное обучение. Пример: моделирование педагогических ситуаций, которые учащиеся будут решать в своей профессиональной деятельности.
- Рефлексивные технологии. Включение в учебный процесс анализа собственных успехов и ошибок, что способствует развитию профессионального самосознания.
- Проектная деятельность. Участие студентов в организации мероприятий, таких как школьные спортивные состязания, позволяет им развивать лидерские и организаторские способности.
- Индивидуализация обучения. Создание образовательных траекторий, которые учитывают индивидуальные особенности и интересы студентов.

4. Примеры практической реализации условий

В образовательных программах российских вузов используются следующие подходы:

- Проведение тренингов по развитию коммуникативных навыков.
- Введение модульного обучения, позволяющего студентам осваивать теоретический материал через практику.
- Организация совместных мероприятий с участием студентов, школьников и педагогов, что способствует обмену опытом и повышению профессиональной компетенции.

На базе программ повышения квалификации была внедрена система практико-ориентированного обучения, где акцент сделан на формирование навыков взаимодействия с разными категориями обучающихся.

Выводы

Формирование профессиональных качеств у будущих учителей физической культуры — это сложный процесс, требующий системного подхода. Учет психолого-педагогических условий, реализация современных технологий обучения и ориентация на требования стандартов позволяют обеспечить подготовку специалистов, готовых к работе в условиях современной школы.

Реализация предложенных подходов способствует повышению качества образования и развитию у учащихся положительного отношения к физической культуре и спорту.

Список источников:

1. Зеер, Э.Ф. *Психология профессионального образования*. – М.: Академия, 2005. – 336 с.
2. Кузьмина, Н.В. *Педагогическая психология*. – СПб.: Питер, 2008.
3. Сластенин, В.А., Исаев, И.Ф. *Педагогика: Учебное пособие для студентов педагогических вузов*. – М.: Школа-Пресс, 2010.
4. Вербицкий, А.А. *Контекстное обучение: теория и технология*. – М.: ИПК Государственной службы, 1991.
5. ФГОС ВО 44.03.01 *Педагогическое образование* (ред. 3++).
6. *Профессиональный стандарт «Педагог» (код 01.001)*.
7. *Профессиональный стандарт «Тренер-преподаватель, специалист по школьному и студенческому спорту» (код 05.018)*.

**СЕКЦИЯ 14. ОБЛАСТНОЙ КОНКУРС НА ЛУЧШИЙ ИНЖЕНЕРНО-
ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ «ДНИ ТЕХНОЛОГИЙ»**

РЕГРЕССИОННАЯ МОДЕЛЬ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ КОМПРЕССОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ С УЧЕТОМ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ

*Кисельников Андрей Андреевич,
Семенов Андрей Дмитриевич, Шкуц Никита Вадимович
Кемеровское акционерное общество "Азот"
kiselnikovaa@azot.kuzbass.net*

Аннотация. В статье представлен метод прогнозирования энергопотребления воздушных компрессоров на основе будущих погодных условий с использованием регрессионной модели на основе алгоритма k-ближайших соседей (KNN). Описан процесс проведения анализа данных, построения модели и её применения для оптимизации энергозатрат компрессорного оборудования. Были произведены расчёты потенциальной экономии энергии и денег, а также экологического эффекта от сокращения выбросов.

Ключевые слова: энергопотребление, воздушные компрессоры, метеорологические данные, регрессия.

REGRESSION MODEL OF ENERGY CONSUMPTION OF COMPRESSOR EQUIPMENT TAKING INTO ACCOUNT WEATHER CONDITIONS

Kiselnikov A. A., Semenov A. D., Shkuts N. V., "Azot" Kemerovo JSC

Abstract. The article presents a method for predicting the energy consumption of air compressors based on future weather conditions using a regression model based on the k-nearest neighbors (KNN) algorithm. The process of constructing the model and its application for optimizing the energy consumption of compressor equipment is described.

Keywords: energy consumption, air compressors, meteorological data, regression.

Для нормального функционирования химического предприятия требуется большое количество технологического воздуха. Он используется для поддержания работы систем контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА), а также для синтеза различных веществ и реагентов.

Технологический воздух поступает в сеть предприятия из блока очистки воздуха (БОВ), куда он нагнетается промышленными компрессорами, использующими уличный воздух. В результате работы группы энергоменеджмента был проведен пневмоаудит и энергоаудит [1], в ходе которого выяснилось, что расходы электроэнергии на работу воздушных компрессоров составляют около 14% от общего энергопотребления предприятия, что делает их самым энергоемким оборудованием на предприятии.

Энергопотребление компрессоров напрямую зависит от нагрузки, задаваемой текущими производственными потребностями. Однако существуют и косвенные факторы, влияющие на энергозатраты:

- Погодные условия (температура, влажность, атмосферное давление). [2]
- Износ оборудования, ухудшающий его энергоэффективность.

Для эффективного управления энергопотреблением компрессоров необходимо учитывать следующие аспекты:

- Риски от снижения выработки воздуха. Минимальная норма выработки воздуха критична для безопасности и стабильной работы предприятия. Любое её нарушение может привести к технологическим сбоям или упущенной выгоде.
- Финансовые затраты на ремонт или замену оборудования.
- Неуправляемость погодных условий. Однако их можно предсказывать с высокой точностью, что позволяет строить прогнозные модели потребления воздуха.

С учётом этих ограничений была создана рекомендательная система для оптимизации энергопотребления компрессоров. Она основывается на регрессионном алгоритме машинного обучения KNN (метод k-ближайших соседей). [3]

Для проверки гипотезы о влиянии погодных факторов на энергопотребление был создан датасет, включающий:

- Показатели энергопотребления - rw ;
- Объём выдачи воздуха (в $m^3/ч$) - q ;
- Температуру, влажность и давление воздуха – t , p и $press$ соответственно;
- Шаг замеров — 1 час за период в 1 год.

Анализ данных с использованием коэффициента корреляции Пирсона показал наличие прямой и обратной зависимости между погодными условиями и энергопотреблением (рис.1).

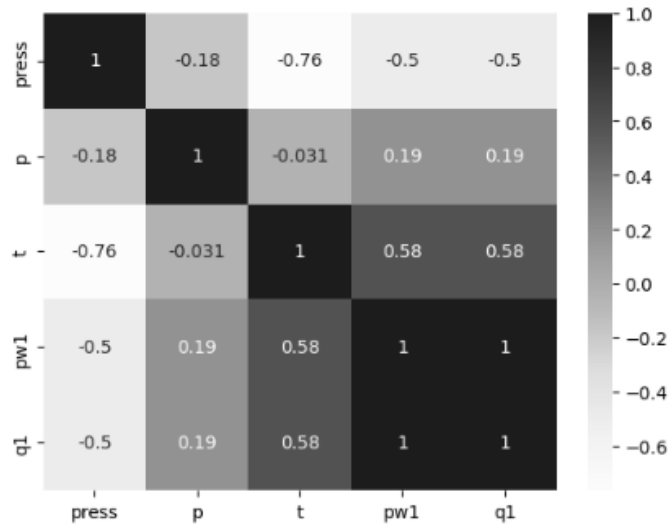


рис.1 Матрица корреляции одного из компрессоров

После подтверждения гипотезы были проведены тесты для выбора наиболее подходящей модели. Сравнительный анализ показал, что наилучшие результаты продемонстрировала модель KNN с параметром “uniform”, где все ближайшие соседи равны по весу при вычислении предсказания. Это позволяет учесть влияние всех соседних точек равномерно, что особенно полезно для данных с равномерным распределением.

На основе алгоритма KNN были разработаны модели для каждого компрессора, которые легли в основу системы рекомендаций по балансировке их нагрузки.

Система состоит из пяти основных компонентов (рис.2):

- Сервис сбора данных. В реальном времени получает данные с метеостанции, а также текущие значения энергопотребления и нагрузки компрессоров.
- Сервис обучения. Обучает модели компрессоров на основе новых и архивных данных.
- Сервис предсказания. Рассчитывает возможные варианты нагрузки для каждого компрессора на основе обученной модели.
- Сервис вычислений. С помощью определяет оптимальные режимы работы компрессоров, удовлетворяющие производственные нужды.
- Сервис визуализации. Результаты выводятся на технологический дашборд в виде трендов, цифровых блоков и других визуальных элементов для оперативного анализа (рис.3).



рис.2 Архитектура системы

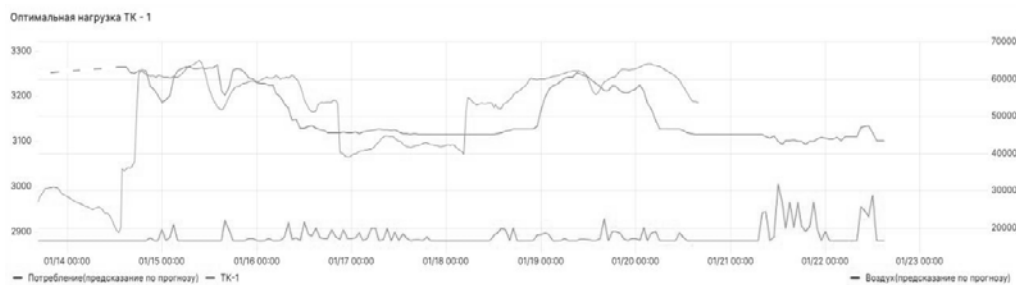


рис. 3 Предсказание потребления и оптимальная выдача воздуха

Предварительная оценка опытно-промышленных испытаний рекомендательной системы показала следующие результаты относительно оптимизации нагрузки компрессоров:

1. Снижение энергопотребления. Расходы на электроэнергию сократятся на 5.5 %, что позволит сэкономить до 28 898 940 руб. в год.

2. Снижение нагрузки на операторов. Автоматизация процесса управления компрессорами уменьшит зависимость от человеческого фактора.

3. Экологический эффект. За счёт уменьшения энергопотребления снизятся выбросы в атмосферу. Исходя из расчётов нормативов выбросов для тепловых электростанций (ТЭС), использующих уголь марки Д, согласно стандартам, действующим с 2001 года. В расчёте не учувствовали показатели КПД котлов, и эффективность очистки фильтрами т.к. данные неизвестны. Все расчёты проводились при нормальных условия из методик. Теплотворное нетто-значение угля (ТНЗ) принимаем за 29,3. [4] [5]

- Уменьшение выбросов оксида серы (SOx) на 8,323 т/год
- Уменьшение выбросов оксида азота (NOx) на 3,607 т/год
- Уменьшение выбросов твёрдых частиц на 1,11 т/год
- Уменьшение выбросов углекислого газа (CO₂) на 2 550 063 т/год

Расчёты выполнены на основе анализа фактической работы компрессоров, их загрузки и потребляемой мощности. Сравнение проводилось с учетом максимального КПД оборудования, достижимого путем перераспределения нагрузок в пользу наиболее эффективных компрессоров. При этом была обеспечена выработка воздуха в объеме 160 000 м³/ч. Хочется отметить, что данные являются расчетными и могут иметь погрешности, ввиду многих обстоятельств, реальный эффект необходимо учитывать после ввода в эксплуатацию ПО.

После проведения опытно-промышленных испытаний (ОПИ) и ввода ПО «Компрессора» в эксплуатацию, станет возможным определить фактический экономический эффект от его работы. Ожидается, что система позволит не только оптимизировать текущие энергозатраты, но и улучшить управляемость технологических процессов, что в перспективе приведет к дальнейшему снижению потребления ресурсов.

Список источников

1. Варфоломеева Н. КАО «Азот»: Если быть – то в числе лучших. // Стандарты и качество. жур. 2023. №11. С. 70 - 73
2. Хатамова Д.Н, Джураев Р.У. Исследование влияния температуры всасываемого воздуха на эффективность поршневого компрессора // Universum: технические науки: электрон. изд. 2021. 45-47 с. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vliyaniya-temperatury-vsasyvaemogo-vozduha-na-effektivnost-porshnevo-go-kompressora/viewer> (дата обращения: 10.01.2025)
3. Документация и алгоритмы в библиотеки для машинного обучения на Python [Электронный ресурс] // Ближайшие соседи (Nearest Neighbors). URL: <https://scikit-learn.ru/stable/modules/neighbors.html> (дата обращения: 20.05.2024)
4. АООТ "ВТИ", АО ЦКТИ. Нормативы допустимого выброса загрязняющих веществ в атмосферу // учебное методическое пособие. URL: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://vti.ru/files/public/uchebno-metod_posobie-k_soglasheniyu_0665.pdf&ved=2ahUKEwjvKqL25YWLAXUhHxAlHSHKHWOQFnoECBYQAQ&usq=AOvVaw0zo9IIOnGqR6c_bi_gq88ip (дата обращения: 10.01.2025)
5. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Изraelя» (ФГБУ «ИГКЭ») // Национальный доклад РФ о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом URL: http://downloads.igce.ru/kadastr/RUS_NIR-2022_v1_rev.pdf (дата обращения: 10.01.2025)

ФОРМИРОВАНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПОДГОТОВКИ И ОТРАБОТКИ ЗАПАСОВ УГЛЯ В РАЗЛИЧНЫХ ОСЛОЖНЯЮЩИХ УСЛОВИЯХ ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ

Кравченко Иван Александрович

ПАО «Южный Кузбасс», шахта им. В.И. Ленина

*Научный руководитель: Ренёв Алексей Агафангелович, д.т.н., Кузбасский государственный технический
университет им. Т.Ф. Горбачева*

ivan-4846@yandex.ru

Аннотация. Подземная добыча угля имеет достаточную перспективу к дальнейшему развитию, но будущее зависит от способности отрасли адаптироваться к внедрению инноваций, соответствовать экологическим требованиям и умению конкурировать на внутреннем и мировом рынке. Создание имитационной модели производственного цикла предприятия позволит принимать обоснованные решения, минимизировать риски и планировать развитие. Внедрение такой модели может стать ключом к оптимизации добычи угля и переходу к устойчивой экономике предприятия.

Ключевые слова: подземная разработка, угольный пласт, имитационная модель, горный массив, осложняющие факторы.

FORMATION OF A SIMULATION MODEL FOR THE PREPARATION AND MINING OF COAL RESERVES IN VARIOUS COMPLICATING CONDITIONS BY UNDERGROUND METHOD

Kravchenko I.A., PJSC "Southern Kuzbass", V.I. Lenin mine

Renev A.A., scientific supervisor, Dr. Sc, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

Abstract. Underground coal mining has sufficient prospects for further development, but the future depends on the industry's ability to adapt to the introduction of innovations, meet environmental requirements and compete in the domestic and global markets. The creation of a simulation model of the enterprise's production cycle will allow making informed decisions, minimizing risks and planning development. The implementation of such a model can become the key to optimizing coal production and the transition to a sustainable enterprise economy.

Key words: underground mining, coal seam, simulation model, rock mass, complicating factors.

Перспективы подземной добычи угля в Кузбассе (Кузнецком угольном бассейне) зависят от ряда факторов, включая глобальные энергетические тренды, технологическое развитие, экологические требования и государственную политику [1]. Можно выделить аспекты, которые поспособствуют формированию:

- Совершенствование технологии добычи полезных ископаемых подземным способом;
- Снижение воздействий опасных зон в месте ведения работ;
- Контроль производственных рисков;
- Обеспечение сохранности жизни и здоровья работников предприятий.

Для дальнейшего развития имеется основа, которая включает социальные (обеспечение рабочими местами, обучение профильным направлениям и градообразующее предприятия), инфраструктурные (близость мест добычи, переработки и отгрузки, а также наличие транспортной инфраструктуры) и экономические условия (спрос на уголь – энергоресурс, региональные программы поддержки).

Одновременно с базовой основой, имеются сложности и ограничения:

- Динамика рынка - непредсказуемость изменения спроса или регулирование стоимости продукции;
- Оптимизация производства - поиск баланса между загрузкой мощностей и издержками;
- Риск-менеджмент - оценка влияния внешних факторов (санкции, поставка импортного оборудования и т.д);
- Инвестиционные решения - расчет окупаемости новых проектов в условиях сложившейся на данный момент нестабильной экономической ситуации в мире.

В настоящее время, когда наиболее привлекательная часть запасов в границах лицензионных участков отработана, дальнейшую деятельность шахты необходимо планировать с учетом сформировавшихся осложняющих факторов. Касается как подготовительных работ, так и работы очистного фронта [2,3].

Рассмотрим внедрение имитационной модели шахты - это сложный процесс, который требует учета технических, экономических и природных факторов [4]. Такая модель должна помочь к оптимизации производственной деятельности предприятия по подземной добыче угля, прогнозировать финансовые результаты, оценивать риски и принимать управленческие решения [5].

Ключевые этапы разработки имитационной модели шахты:

1. Ввод исходных данных производственных процессов:
 - Горно-геологические условия;
 - Горно-технические условия;
 - Тип и параметры крепления горных выработок;
 - Осложняющие факторы (опасные зоны): тип и параметры;
 - Мероприятия по уменьшению воздействия опасной зоны.
2. Формирование параметров (имитация) осложняющих факторов:
 - Расчет параметров крепления на осложняющем участке;
 - Определение возможных необходимых мероприятий по уменьшению воздействия в месте ведения работ;
 - Определение показателей эффективности, сравнение вариантов построения и алгоритмов;
 - Функционирования систем, проверки устойчивости режимов системы.
3. Вывод параметров требуемых для подготовительных и очистных работ:
 - Скорректированные параметры крепления выработки в осложняющих условиях;
 - Мероприятия по поддержанию устойчивости массива горных пород, а также горных выработок;
 - Управление финансовой нагрузкой на себестоимость продукции при различных вариантах компенсирующих мероприятиях.

Одновременно с работой подготовительного фронта и очистных работ будут вестись исследования в условиях шахты им. В.И. Ленина, которые будут фиксировать поведение горного массива в определенных осложняющих условиях и производится оценка применяемых мероприятий по уменьшению воздействия опасных зон при одновременной надрботке и подработке пласта (Рис 1). Планируемые следующие исследования [6]:

- Визуальный осмотр горных выработок;
- Определение смещений породных слоев кровли производится с помощью глубинных реперов (РГ-2, РГ-3);
- Обследование вышележащих пород кровли путем бурения скважин с последующим осмотром при помощи видеоэндоскопа (место определяется в ходе горных ведения работ);
- Применение прогноза удароопасности по выходу буровой мелочи с каждого погонного метра шпура диаметром 43мм, бурение шпуров осуществляется по наиболее прочной пачке угля (в соответствии с комплексом мер по прогнозу и предотвращению динамических явлений);
- Инструментальный метод измерения деформаций и смещений с помощью реперных станций по контуру сечения выработки;
- Локальный и региональный контроль и прогноз состояния горного массива при ведении подготовительных и очистных работ за счет считывания сейсмических и акустических сигналов, источником которых является сейсмоакустическая активность горного массива естественного или искусственного происхождения.

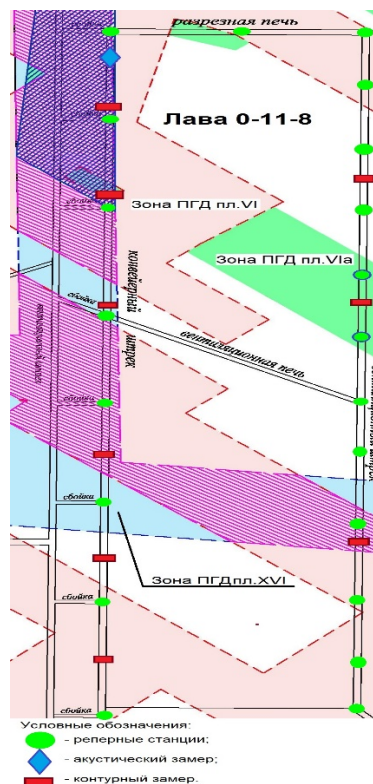


Рис.1 Совмещенные зоны повышенного горного давления, образовавшиеся при надработке и подработке пласта XI с планируемыми местами исследований

При текущей экономической ситуации возможны непредвиденные обстоятельства, которые можно выделить на две основные группы рисков: производственные и финансовые. Учет рисков делает стратегическое и операционное планирование более реалистичным, при этом учитываются возможные сценарии развития событий, а также оптимальное распределение ресурсов (трудовые, материальные и т.д.). Анализ и управление рисками - необходимость. Это позволит предприятию минимизировать угрозы, максимизировать возможности и обеспечить долгосрочную стабильность и рост. Игнорирование рисков может привести к непредсказуемым последствиям, поэтому их управление является признаком устойчивого управления предприятием [7].

Заключение

Внедрение имитационной модели основных производственных процессов, особенно при ведении деятельности шахты им. В.И. Ленина в местах малоизученности результатов наблюдений при отработке запасов в осложненных условиях одновременной надработке и подработке пласта XI, позволит определить оптимальные параметры ведения подготовительных и очистных работ. Модель послужит для снижения рисков работы предприятия, повышения эффективности, снижение издержек за счет оптимизации производственных процессов, прогнозировать финансовые ситуации при разных сценариях и в перспективе переход к цифровому управлению производством [8].

Список источников:

1. Программа развития угольной промышленности России на период до 2035 года. Утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 июня 2020 г. № 1582-р, Москва.
2. Петухов И.М., Линьков А.М., Сидоров В.С., Фельдман И.А. Теория защитных пластов. Москва: Недра, 1976. 224с.
3. Масаев Ю. А., Масаев В. Ю. Влияние геомеханических характеристик породного массива на безаварийную разработку угольных месторождений // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2022. № 4. С. 6–13.
4. Имитационное моделирование: конспект лекций / Н.Л. Леонова; СПбГТУРП. –СПб., 2015 – 94 с.3
5. Окольников В.В., Рудометов С.В. Имитационное моделирование технологических процессов подземной добычи угля // Вычислительные технологии. 2023. Т.28 №1. С.33-40.
6. Егоров П.В., Штумпф Г.Г., Ренев А.А. [и др.] Геомеханика. Учебное пособие. Кемерово: КузГТУ, 2015. 310с.
7. Казанцев, А.К. Основы производственного менеджмента: учеб. пособие / А.К. Казанцев, Л.С. Серова. М.:ИНФРА-М, 2002 – 348 с.
8. Черненко В.Е., Мальханов А.А. От имитационной модели к цифровому двойнику // Журнал «Золото и технологии». - 2021. - №1. - С.72-74.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ НЕЙРОСЕТЕВАЯ СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ УЛУЧШЕНИЯ ВХОДНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

Красновский Даниил Сергеевич,

Негров Юрий Викторович

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

Научный руководитель: Пимонов Александр Григорьевич, д.т.н., профессор

tit9102001@gmail.com, krasnovskii2001@mail.ru

Аннотация. В работе приведены результаты исследования и разработки системы распознавания лиц с использованием нейронных сетей и технологий улучшения входного изображения. Описаны способы улучшения входных данных (изображений), архитектура системы и пользовательского интерфейса. Представлены объяснения полученных результатов и дальнейшие шаги по улучшению эффективности и качества работы.

Ключевые слова: нейронные сети, улучшение входного изображения, Real-ESRGAN, GFPGAN, ArcFace, YOLO11, программирование, интеллектуальные системы.

INTELLIGENT NEURAL NETWORK FACE RECOGNITION SYSTEM WITH INPUT IMAGE ENHANCEMENT TECHNOLOGY

Krasnovsky D.S., Negrov Yu.V., Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev

Pimonov A. G., Doctor of Technical Sciences, Professor, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

Abstract. The paper presents the results of research and development of a face recognition system using neural networks and input image enhancement technologies. The methods of improving the input data (images), the architecture of the system and the user interface are described. Explanations of the results obtained and further steps to improve the efficiency and quality of work are presented.

Keywords: neural networks, input image enhancement, Real-ESRGAN, GFPGAN, Arface, YOLO11, programming, intelligent systems.

Современные технологии распознавания лиц широко используются в различных областях, включая безопасность, мониторинг и управление доступом. Однако эффективность таких систем зачастую ограничивается качеством входных данных (изображений). Низкое разрешение, шумы и недостаточное освещение могут существенно повлиять на точность детекции и распознавания лиц.

В данной работе представлена интеллектуальная система распознавания лиц, позволяющая пользователю опционально выбирать методы предварительного улучшения входных изображений. В систему интегрированы как современные нейросетевые решения, такие как GFPGAN [2] для восстановления лиц и RealESRGAN [3] для повышения разрешения, так и традиционные подходы к обработке изображений. После улучшения изображений система выявляет лица с использованием модели YOLO11 [4], а затем распознаёт их при помощи ArcFace [1].

Данный подход позволяет адаптировать систему под различные сценарии применения и пользовательские предпочтения, а также учитывать ограничения вычислительных ресурсов. Используя такой комплекс технологий, можно получить решение для повышения точности распознавания в условиях низкого качества входных данных, способное заменить дорогостоящие системы распознавания лиц и снизить затраты на приобретение или улучшение технологической инфраструктуры малого и среднего бизнеса для интеграции таких систем.

Система реализует многоуровневый подход, включающий три основных этапа:

1. Улучшение входного изображения. Пользователь может выбрать один из предложенных методов:

- GFPGAN – нейросетевая модель для восстановления лиц на изображении. Позволяет улучшить чёткость и устранить артефакты [2].

- RealESRGAN – модель для повышения разрешения всего изображения, что особенно полезно при обработке снимков низкого качества [3].

- Традиционные методы – использование алгоритмов улучшения контрастности, шумоподавления и интерполяции для масштабирования изображения.

Реализация выбора метода позволяет учитывать как потребности пользователя, так и вычислительные ограничения.

2. Выявление лиц. Обновлённая модель YOLO11 используется для детекции лиц на улучшенном изображении. Данная модель характеризуется высокой точностью и скоростью работы, что делает её подходящей для обработки в реальном времени.

3. Распознавание лиц. Для идентификации лиц применяется модель ArcFace, обученная на больших объёмах данных. Модель обеспечивает высокую точность распознавания благодаря использованию угловой метрической функции потерь, которая позволяет лучше разделять эмбединги лиц.

Архитектура системы включает следующие основные компоненты (рис. 1):

1. Интерфейс пользователя позволяет (рис. 2) загружать изображения через приложение или указать путь на локальное хранилище (каталог) изображений лиц, а также предоставляет возможность выбора метода улучшения изображения.

2. Модуль предварительной обработки реализует выбранный метод улучшения изображения (GFPGAN, RealESRGAN или традиционные алгоритмы) [2, 3].

3. Модуль детекции лиц обрабатывает улучшенное изображение с помощью модели YOLO11 для локализации лиц [4].

4. Модуль распознавания лиц использует модель ArcFace для создания эмбедингов лиц и их последующего сравнения с эталонными шаблонами [1].

5. Система хранения данных включает базу данных для хранения пользовательских настроек ИС, эмбедингов лиц, улучшенных изображений и результатов обработки для составления отчетов.

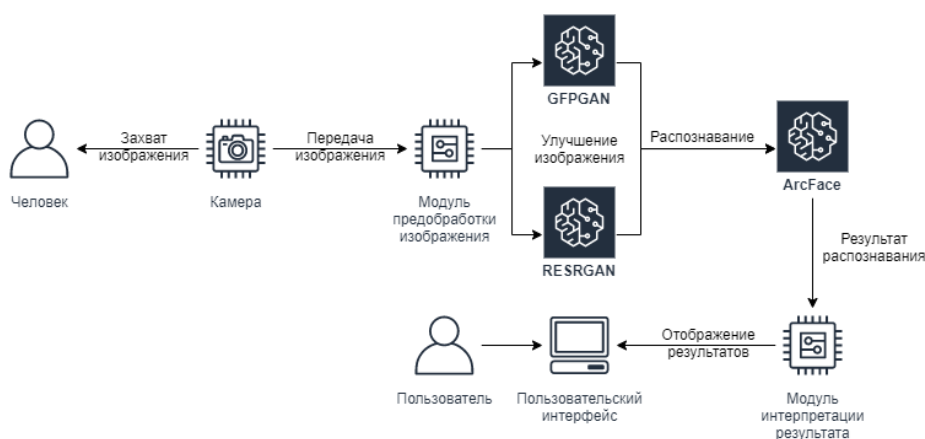


рис. 1 Архитектура системы



рис. 2 Возможности пользовательского интерфейса

Система была протестирована на наборе данных, содержащем изображения с различным уровнем качества. Были проведены следующие эксперименты:

1. Обработка при плохом качестве исходного изображения (рис. 3).
2. Обработка при недостаточном уровне освещения исходного изображения (рис. 4).
3. Обработка при плохом качестве и стандартном уровне освещения исходного изображения (рис. 5).
4. Поиск и идентификация лиц из тестируемого набора (рис. 6).



рис. 3-Результат обработки при плохом качестве исходного изображения



рис. 5-Результат обработки при плохом качестве и стандартном уровне освещения



рис. 4-Результат обработки при недостаточном уровне освещения исходного изображения

```
Лица совпадают: [      identity ... distance
0 ./uploads/Ryan 1.jpg ... 0.065638
1 ./uploads/Ryan.jpg ... 0.257001
2 ./uploads/Ryan 3.jpg ... 0.310383

[3 rows x 12 columns]]
Распознавание завершено за 1.93 с.
```

рис. 6-Результат поиска и идентификации лица. Процесс поиска и идентификация лица с данными в наборе занимает в среднем около 1-3 секунд. По результатам распознавания (рис. 6) видно, что в наборе данных были найдены 3 изображения (рис. 7) с похожим лицом из 4. Не было идентифицировано лишь лицо на изображении с недостаточным уровнем освещения (рис. 4). Можно предположить, что это связано со сложностью определения контура части лица в темной области изображения.

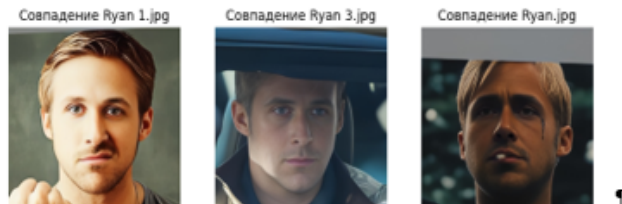


рис. 7-Визуализация найденных лиц

В дальнейшей разработке усилия будут направлены на оптимизацию времени обработки для улучшения эффективности работы в реальном времени, а также на поиск решения для анализа изображений лиц в условиях недостаточного уровня освещения.

Список источников

1. ArcFace: Additive Angular Margin Loss for Deep Face Recognition. – URL: <https://www.ibug.doc.ic.ac.uk/media/uploads/documents/arcface.pdf> (дата обращения: 21.01.2025).
2. GFPGAN Face Restoration. – URL: <https://github.com/TencentARC/GFPGAN/blob/master/README.md> (дата обращения: 21.01.2025).
3. Real-ESRGAN Practical Restoration. – URL: <https://github.com/xinntao/Real-ESRGAN/blob/master/README.md> (дата обращения: 21.01.2025).
4. Ultralytics YOLO11. – URL: <https://docs.ultralytics.com/ru/models/yolo11/> (дата обращения: 21.01.2025).

ПРОЕКТ УСТАНОВКИ ГАЗИФИКАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ НЕФТЕСОРБЕНТОВ

Шурдова Анастасия Евгеньевна

ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»

Научный руководитель: Ушакова Елена Сергеевна, к.т.н., доцент

nastya.shurdova@mail.ru

Аннотация. Одним из путей решения проблемы выбросов углекислого газа является использование его в процессах газификации углеродсодержащих материалов с получением синтез-газа. В работе предлагается использовать в роли углеродсодержащих материалов отработанные нефтесорбенты. Для реализации указанной технологии предлагается технологическая схема установки.

Ключевые слова: углекислый газ, углеродные сорбенты, активный ил, газификация, нефть, нефтепродукты, установка газификации.

DESIGN OF A GASIFICATION UNIT FOR SPENT CARBON-CONTAINING OIL SORBENTS

Shurdova A. Y., T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

*Ushakova E.S., scientific supervisor, PhD (Technical Sc.), Associate Professor, T.F. Gorbachev Kuzbass State
Technical University, Institute of Chemical, Oil and Gas Technologies*

Abstract. One of the ways to solve the problem of carbon dioxide emissions is to use it in the processes of carbon-containing materials gasification to produce synthesis gas. The paper suggests using spent oil sorbents as carbon-containing materials. A technological scheme of the installation is proposed for the implementation of this technology.

Keywords: carbon dioxide, carbon sorbents, activated sludge, gasification, oil, petroleum products, gasification plant.

В условиях глобальных экологических вызовов и необходимости перехода на новые менее загрязняющие технологии, проблема утилизации отходов становится особенно актуальной. Одной из серьёзных экологических проблем, с которыми сталкиваются многие страны, является эффективная утилизация отработанных сорбентов, в том числе образующихся в результате аварий и разливов на водоёмах [1]. Эти отходы не только занимают большие площади на свалках, но и представляют собой значительный риск для экосистем, поскольку могут вызывать загрязнение почвы и водоёмов, а также негативно влиять на здоровье человека и животных.

Анализ литературных источников показал, что газификация в потоке углекислого газа является наиболее эффективным способом переработки углеродных веществ, что возможно в контексте утилизации насыщенных углеродных сорбентов [2].

В связи со значительным увеличением концентрации углекислого газа в атмосфере, актуальной становится газификация, позволяющая улавливать CO₂ и перерабатывать углеродсодержащие сорбенты с получением синтез-газа. Проект основывается на адсорбционной технологии для утилизации CO₂ и термической переработки сорбента путем газификации [3]. Также при реализации технологии улавливания возможно предусмотреть применение не только чистого углекислого газа, но и промышленных дымовых газов [4].

В результате ранее проведенных лабораторных исследований было обнаружено, что углеродные сорбенты способны удерживать в своих порах молекулы диоксида углерода. При скорости дутья 160 мЗ/с и времени пропускания в 15 минут достигалась максимальная сорбция в 19%, которое при введении дополнительных компонентов (соединений щелочных и щелочноземельных металлов) в состав сорбирующей смеси может увеличиться до 30% [5].

Целью данного исследования является разработка установки газификации в среде углекислого газа как окислителя для переработки использованных углеродсодержащих нефтесорбентов, созданных на основе избыточного активного ила и биомассы.

Сорбенты представляют собой гранулы диаметром 0,5-1,0 см, обладающие магнитными свойствами. В качестве сырья для изготовления гранул используются отходы промышленных предприятий: очистных сооружений (избыточный активный ил), деревообрабатывающих (древесные опилки и стружка) и

животноводческих предприятий. Полученные гранулы обладают высокой адсорбционной емкостью (до 6 г/г), низкой влагоемкостью. Кроме этого, наличие в составе магнетита придает гранулам магнитные свойства, что в свою очередь позволяет эффективно управлять сорбентом на водной поверхности, а также легче извлекать гранулы из воды.

Разработанная схема процесса газификации представлена на рисунке 1.

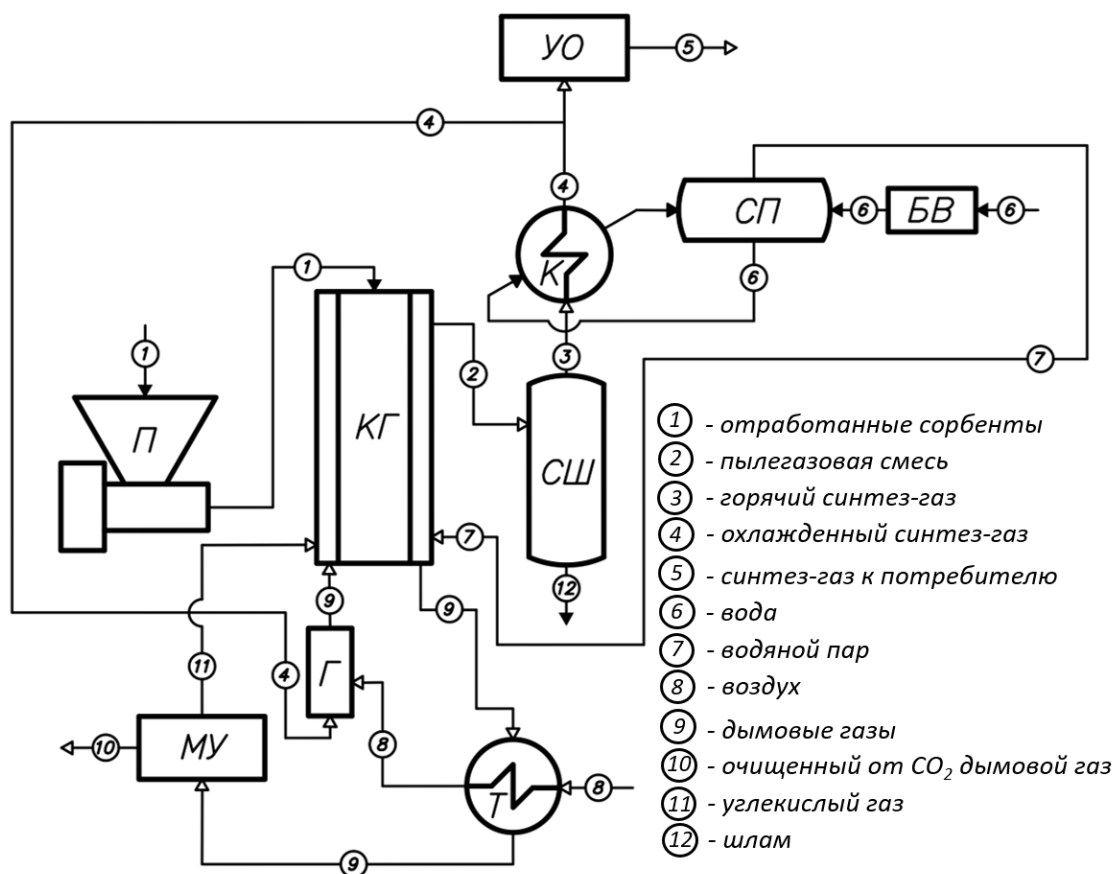


Рис. 1. Технологическая схема установки газификации отработанных сорбентов:

П – питатель; КГ – камера газификации; СШ – сепаратор шлама; К – паровой котел; Г – горелка; Т – теплообменник; МУ – мембранная установка; УО – установка очистки газа; СП – сепаратор пара; БВ – блок водоподготовки

Отработанные гранулы сорбента подаются в камеру газификации смешанным окислителем (углекислый газ+пар) КГ через питатель П. Нагревание производится до 900-1000 оС в «кипящем слое» газификатора. Образовавшаяся пылегазовая смесь поступает в сепаратор СШ, где происходит отделение газообразной части от пыли, после чего очищенный горячий газ направляется в паровой котел К для утилизации излишней теплоты. Полученный синтез-газ разделяется на два потока: необходимое количество синтез-газа направляется в качестве топлива в горелку Г для подогрева камеры газификации, а вторая товарная часть отправляется на очистку в УО от сероводорода, оксидов серы, аммиака, оксидов азота, и отправляется потребителю.

Теплота горячего синтез-газа в паровом котле передается специально подготовленной воде для получения перегретого пара, который используется в качестве одного из компонентов окислителя.

Дымовые газы, образующиеся при сжигании синтез-газа в горелке Г подаются в простенки камеры газификации для нагрева до необходимой температуры, а отходящие газы проходят теплообменник Т для передачи оставшегося тепла подводимому воздуху, откуда отправляются на мембранную установку МУ для отделения углекислого газа, который направляется в камеру газификации как второй компонент смешанного окислителя. После подробного расчета теплового баланса установок, входящих в схему, возможно теплоту отходящих газов также использовать для подогрева поступающего потока углекислого газа в камеру газификации.

Полученный в технологии синтез-газ может быть использован в качестве топлива для получения тепловой и электрической энергии. Также газ может применяться в химической промышленности для получения водорода, метанола, аммиака, синтетического жидкого топлива (СЖТ), различных полимеров.

Для оценки возможных рисков разработанной технологии был проведен SWOT-анализ, который представлен на рисунке 2.

Сильные стороны	Слабые стороны
1) Высокая нефтеемкость 2) Сырье – отходы промышленности 3) Получение попутного продукта (биогаз) 4) Экономия на штрафах за складирование отходов 5) Повторное использование магнетита	1) Непостоянный состав сорбента 2) Непостоянное качество сырья
Возможности	Угрозы
1) Возможность повторного использования 2) Регенерация с получением синтез-газа 3) Использование в качестве сорбента для улавливания углекислого газа 4) Возможность партнерства с университетами	1) Экономическая нестабильность 2) Неполадки с поставками сырья 3) Конкуренция со стороны традиционных методов

Рис. 2. SWOT-анализ проекта

Для дальнейшей реализации установки требуется проведение следующих этапов:

- Составление подробного материального и теплового баланса установки.
- Подбор аппаратов для опытного производства.
- Модификация состава и характеристик сорбента для увеличения поглотительной способности к углекислому газу без потери сорбционной емкости по нефтепродуктам.

При внедрении предлагаемой технологии будут достигнуты следующие эффекты:

- *экологический* (утилизация значительных объемов накопленных отходов; очищение водоемов от загрязняющих веществ, таких как нефтепродукты и нефть; минимизация негативного воздействия на окружающую среду);
- *экономический* (сокращение расходов на ликвидацию разливов; возможность повторного использования собранного нефтепродукта по его назначению; способность к быстрой и недорогой регенерации сорбента);
- *социальный* (создание новых рабочих мест, улучшение экологии в населенных районах).

Список источников

1. Гафуров, Н.М. Современные методы газификации/ Н.М. Гафуров, Р.Ф. Хисматуллин// Инновационная наука. – 2016. - №5. – С. 55-57.
2. Пряткина, В.С. Газификация угля и ее применение в энергетике/ В. С. Пряткина, А. А. Белов//Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2018. – №2. – 6 с.
3. Медведев, А.В. Исследование возможности применения метода пиролиза для утилизации нефтяных отходов//Науковедение. - №5(24). – 2020. – 11 с.
4. Тимербаев, Н. Ф. Газификация органических видов топлива/ Н.Ф. Тимербаев, Р.Г. Сафин, А.Р. Хисамеева// Вестник Казанского технологического университета. – 2021. – №6. – С. 326-329.
5. Шурдова, А. Е. Влияние скорости дутьевого потока и времени пропускания углекислого газа на его сорбцию отработанными углеродными нефтесорбентами//Материалами 10-й Международной научно-практической конференции. Том 4. Перспективные направления развития экологии и химической технологии (28-30 мая 2024 г.) - Донецк: ДонНТУ. - 2024. - С. 59-63.
6. Шурдова, А. Е. Магнитный углеродный сорбент для ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на водоемах // Время науки – The Time of Science. – 2023. – № 4.1. – С. 31- 36.

СЕКЦИЯ 15. ГЕОЭКОЛОГИЯ И ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ДЗЗ ДЛЯ МОНИТОРИНГА РАЗВИТИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО И ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПРИ ПОМОЩИ ВЕГЕТАЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ

Баранов Альберт

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Семина Ирина Сергеевна, к.б.н.

abaranov199@mail.ru

Аннотация. В работе рассматривается использование вегетационного индекса NDVI для участков, расположенных на рекультивируемом 12 летнем отвале горнодобывающей промышленности, с целью мониторинга развития растительного покрова и почвенно-экологического состояния. Произведен расчет значения NDVI в вегетационные периоды с 2017 по 2024 год и выполнено сравнение с данными почвенно-экологического состояния участков. Полученные данные показывают тесную связь вегетационных индексов с климатическими особенностями и их годовое колебание.

Ключевые слова: вегетационные индексы, данные дистанционного зондирования (ДЗЗ), нарушенные территории, растительный и почвенный покров

STUDY OF THE POSSIBILITY OF USING REMOTE SENSING DATA TO MONITOR THE DEVELOPMENT OF VEGETATION AND SOIL COVER OF TECHNOGENICALLY DISTURBED TERRITORIES USING VEGETATION INDEXES

Baranov A., Siberian State Industrial University

Semina I.S., PhD (Biological), Siberian State Industrial University

Abstract. This work considers the use of NDVI vegetation index for sites located on a recultivated 12-year-old mining dump in order to monitor their soil and ecological status. The NDVI value was calculated during the growing season from 2017 to 2024 and compared with the data on the soil and ecological status of the sites. The data obtained show the close relationship of vegetation indexes with climate and their annual fluctuations.

Keywords: Vegetation indexes, earth remote sensing data, disturbed territories, vegetation cover, soil and ecological condition

Эксплуатация земельных ресурсов приводит к изменению окружающей среды, что выражается в том числе в виде техногенно нарушенных территорий, как, например, отвалов вскрышных и вмещающих пород и техногенных пустынь, площадь которых непрерывно увеличивается. Возвращение данных территорий в использование является крайне важным процессом для экологии и экономики. Восстановление нарушенных территорий достигается путем рекультивации, которая подразделяется на два основных этапа, технический и биологический. Мониторинг восстановления нарушенных территорий на стадии биологического этапа рекультивации, позволяет оценить эффективность произведенных мероприятий и динамику их дальнейшего развития. Помимо произведения полевых исследований представляется возможным использования большого объема данных полученных в результате дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Цель работы – изучение возможности использования данных ДЗЗ для мониторинга развития растительного и почвенного покрова техногенно нарушенных территорий при помощи вегетационных индексов, рассчитываемых из спутниковых снимков с аппарата Sentinel-2 и их верификация с данными наземного исследования.

Практика отечественных и зарубежных исследований показывает широкую возможность использования данных ДЗЗ. В качестве данных ДЗЗ используются многоспектральные снимки со спутников и БПЛА, которые фиксируют интенсивность отражения объектами поверхности различных длин волн в широком диапазоне от ультрафиолетового до инфракрасного и более длинных волн, на основании которых возможен расчет величин, показывающих определенные свойства поверхности. При оценке состояния и наличия растительности наибольшее распространение имеют так называемые вегетационные индексы, самым популярным является NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) - нормализованный относительный индекс растительности, который является количественным показателем количества фотосинтетически активной биомассы [7].

NDVI активно используется при решении задач, использующих количественные оценки растительного покрова и рассчитывается из соотношения значений в красном и ближнем инфракрасном диапазонах. Принцип основывается на свойстве различных объектов в разном состоянии с разной интенсивностью отражать падающий свет. Для вегетирующей растительности характерно максимальное отражение инфракрасного излучения клеточной структурой листа и максимальное поглощение световых волн красного спектра хлорофиллом растений. На данном основании растительный покров выделяется от других объектов. Кроме того, возможно определить состояние растительности, которая в угнетенном состоянии менее интенсивно отражает и поглощает соответствующих спектрах. NDVI принимает значения от -1 до 1, где значения от 0,1-0,2 до 1 соответствуют растительности, чем выше значение индекса тем больше количество фотосинтетически активной биомассы [3,8].

Использования вегетационных индексов для косвенной оценки почвенно-экологического состояния нарушенных территорий представляется возможным за счет их тесной связи с растительным покровом. Состояние и наличие растительного покрова достаточно быстро изменяется со временем и фиксирует изменения в окружающей среде, что позволяет судить о состоянии нарушенных территорий [5,6].

Для получения значений NDVI использовались снимки спутника Sentinel-2, находящиеся в открытом доступе (<https://www.sentinel-hub.com/>), с разрешением 10 м/пиксель. Работа со снимками производилась в программе QGIS, в которой были выполнены обработка и расчет вегетационного индекса. Вегетационный индекс NDVI рассчитывался для 12 летнего рекультивированного отвала по данным снимков, сделанных во время вегетационных периодов с июня по август от 2017 до 2024 года, и представляет собой среднее арифметическое значение нескольких снимков (рис.1).

Спутниковые снимки нарушенной территории:

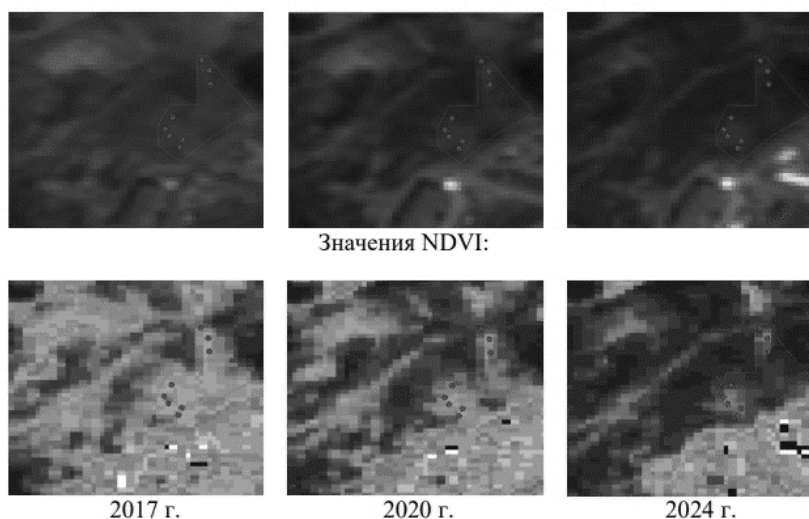


рис.1 Спутниковые снимки нарушенной территории и ниже растровое изображение значений NDVI с 2017 по 2024 год

С целью определения типа молодых почв использовалась профильно-генетическая классификация почв техногенных ландшафтов, разработанная в ИПА СО РАН [5 – 6]. Для детального картирования молодых почв были заложены участки размером 10×10 метров. По результатам картирования почвенного покрова вычислялась площадь определенного типа почвы в соответствии с классификацией почв техногенных ландшафтов и определялась их доля от всей площади исследуемого участка [1,2].

Большое влияние на значение вегетационного индекса оказывает климат, от которого на прямую зависит фотосинтетическая активность растительности. Наблюдается разброс максимальных значений индекса разных годов по разным временным отрезкам, а также значительное превышения максимальных значений от основного массива данных, для большей объективности за значения индекса NDVI принимается среднее арифметическое значения нескольких снимков. Часть данных также частично теряет пригодность за счет влияния сильной облачности и дымки.

Сопоставление данных NDVI с данными наземных исследований показывает соответствие высоких значений индекса с участками с более высоким почвенно-экологическим состоянием и наоборот, участки с низким почвенно-экологическим состоянием имеют более низкие значения вегетационного индекса [4].

Год	№, участка							
	4.1	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9
	ПЭС, %							
2024	16,55	23,05	13	12,15	18,5	30,1	12,6	16,2

Сравнение значений NDVI на исследуемых участках, с 2017 по 2024 год показывает, что их изменение за короткий промежуток времени в несколько лет, происходит не равномерно.

Год	№, участка							
	4.1	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9
	Значение NDVI							
2017	0,13	0,15	0,12	0,16	0,16	0,32	0,13	0,21
2018	0,20	0,24	0,18	0,21	0,21	0,46	0,20	0,33
2019	0,16	0,24	0,16	0,18	0,23	0,45	0,19	0,27
2020	0,16	0,26	0,17	0,19	0,23	0,49	0,19	0,30
2021	0,17	0,29	0,17	0,21	0,21	0,40	0,17	0,35
2022	0,17	0,30	0,21	0,22	0,36	0,53	0,27	0,32
2023	0,19	0,31	0,21	0,24	0,36	0,52	0,25	0,36
2024	0,22	0,33	0,20	0,27	0,28	0,60	0,23	0,29

Например, на участке 4.5 в 2017 году индекс имеет значение 0,13, в следующем году он увеличивается до 0,21, а в 2019 году сокращается до 0,19. При рассмотрении более длительного периода времени выявляется общая положительная динамика изменений с 0,13 в 2017 до 0,27 в 2024 году, при этом значение индекса не опускается до более низких прежних значений. Таким образом значения NDVI на более длительных временных отрезках более информативно представляют динамику развития.

Для получения более точных данных почвенно-экологического состояния участков необходимо произвести попутных полевых исследований и создания базы данных, с помощью которых возможна более точная верификация данных ДЗЗ с больших площадей. Мониторинг восстановления нарушенных территорий на стадии биологического этапа рекультивации с верификацией данных ДЗЗ, позволяет оценить эффективность произведенных мероприятий и развитие растительного покрова, что особенно важно для восстановления видового разнообразия фитоценоза и в деятельности по изменению климата.

Для проведения дальнейших исследований по применению вегетационных индексов для оценки почвенно-экологического состояния рекультивированных территорий определены следующие задачи:

1. Использование различных вегетационных индексов и их сравнение.
2. Корреляция вегетационного индекса с другими индексами, получаемыми с помощью ДЗЗ.
3. Ежегодный мониторинг и создание базы данных для более точного определения почвенно-экологического состояния с помощью данных ДЗЗ.
4. Использование в качестве источника данных БПЛА для получения более точной информации.

Список литературы:

1. Гаджиев, И.М. Генетические и экологические аспекты исследования и классификации почв техногенных ландшафтов / И.М. Гаджиев, В.М. Курачев // *Экология и рекультивация техногенных ландшафтов*. – Новосибирск : Наука, Сиб. отд-ние, 1992. – С. 6–15.
2. Курачев, В.М. Классификация почв техногенных ландшафтов / В.М. Курачев, В.А. Андроханов /// *Сиб. экол. журнал*. – 2002. – № 3. – С. 255–261. – (18 года / 2018. – С. 198–201).
3. Опарин В.Н., Потапов В.П., Гиниятуллина О.Л., Счастливцев Е.Л. Исследование процесса зарастания отвалов предприятий горного производства по данным дистанционного зондирования // *Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых*. – 2013. – № 6. – С. 133-141.1
4. Семина И., Госсен И., Баранов А., Червяков А. Оценка современного почвенно-экологического состояния участков рекультивации в горно-таежной подзоне Кузбасса. *Экология и промышленность России*. 2025;29(1):66 71. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2025-1-66-71>
5. Соколова Н.А., Госсен И. Н., Соколов Д.А. Оценка пригодности вегетационных индексов для выявления почвенно-экологического состояния поверхности отвалов антрацитовых месторождений // *Экология и промышленность России*. – 2020. – Т. 24. № 1. – С. 62-68.
6. Чандра А. М., Гош Г. С. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. — Москва.: Техносфера, 2008. С. 312
7. GIS-Lab: NDVI – теория и практика. ГИС Лаборатория. 2016. URL: <https://gis-lab.info/qa/ndvi.htm>
8. Juanda, E. T. Analysis vegetation change on coal mine reclamation using Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) // *IOP Conference Series. Earth and Environmental Science*. – 2021. – 716(1) – article 012035 – С. 9.

ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ГОРОДА НОВОКУЗНЕЦКА ВЫБРОСАМИ МЕТАНА ОТ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Беляев Кирилл Вадимович,

Запольский Андрей Сергеевич

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Темлянецов Михаил Викторович, д.т.н., профессор

belkir1976@mail.ru

Аннотация. Метан – это парниковый газ, коэффициент парникового воздействия которого превышает значения углекислого газа в двадцать пять раз в прогнозе на столетний период. Его повышенное содержание в атмосфере может привести к повышению температуры приземного воздуха, а также к снижению концентрации кислорода, что неблагоприятно скажется на биосфере. В статье приведен расчет концентрации выбрасываемого расположенными поблизости города Новокузнецка угольными шахтами, как одним из основных источников выбросов, метана с целью оценки безопасности содержания метана в жилых районах.

Ключевые слова: шахтный метан, выбросы шахтного метана, глобальное потепление, парниковый эффект, изменение климата.

SAFETY ASSESSMENT OF ATMOSPHERIC POLLUTION IN THE CITY OF NOVOKUZNETSK BY METHANE EMISSIONS FROM COAL MINES

Belyaev K. V., Zapolskiy A. S. Siberian State Industrial University

Temlyantsev M. V., Grand PhD in Engineering sciences, professor, Siberian State Industrial University

Аннотация. Methane is a greenhouse gas with a greenhouse impact coefficient that exceeds the values of carbon dioxide by twenty-five times in the forecast for a hundred-year period. Its increased content in the atmosphere can lead to an increase in the temperature of the ground air, as well as to a decrease in the concentration of oxygen, which will adversely affect the biosphere. The article provides a calculation of the concentration of methane emitted by coal mines located near the city of Novokuznetsk, as one of the main sources of emissions, in order to assess the safety of methane content in residential areas.

Keywords: coal mine methane, coal mine methane emissions, global warming, greenhouse effect, climate change.

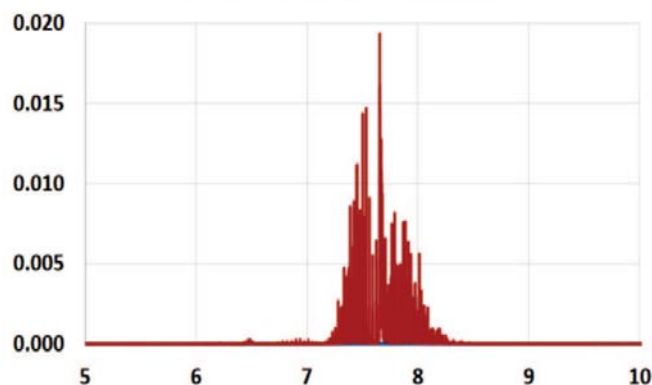
Парникового эффект – повышение температуры нижних слоёв [атмосферы планеты](#) по сравнению с эффективной температурой, то есть температурой теплового излучения планеты, наблюдаемого из космоса.

Метан среди парниковых газов занимает второе место после углекислого газа по степени влияния на тепловой баланс Земли. Полное время жизни метана в соответствии с данными Шестого оценочного доклада МГЭИК составляет около десяти лет. Удаление метана из атмосферы происходит, в основном, химическим путем в реакциях с гидроксил-радикалом, атомарным хлором и возбужденным атомарным кислородом. Введенный в 1997 году в Киотском протоколе коэффициент воздействия парниковых газов на глобальное потепление, в прогнозе на 100 лет у метана в 25 раз больше в сравнении с углекислым газом. В индустриальную эпоху (с 1750 года) концентрация метана в атмосфере Земли увеличилась с 625 до 1800 м³/км³ и более [1]. Таким образом, благодаря деятельности человека, газ накапливается быстрее, чем поглощается естественным образом, увеличивая угрозу глобального потепления.

Усиление поглощения инфракрасного излучения атмосферными слоями при обогащении атмосферы метаном следует из того, что метан обладает выраженным свойством поглощать излучение в диапазоне от 6,3 до 8,3 мкм.

Оценки, представленные на рисунке 3, получены, исходя из данных международной спектроскопической базы экспериментальных данных HITRAN [2] в ее версии 2008 в таких экспериментах поток монохроматического излучения направляется на прозрачную емкость, содержащую определенное количество исследуемого газа, и затем измеряется выходящий поток. Коэффициент поглощения оценивается значением, пропорциональным отрицательному значению натурального логарифма отношения выходящего потока к потоку монохроматического излучения. Обычно нормирование производится путем деления этого значения на толщину емкости (по направлению луча) и концентрацию исследуемого газа. Значения коэффициента

поглощения для метана (рис. 1) приведены в относительных единицах. При расчетах были использованы данные экспериментов, в которых давление было 101325 Па, абсолютная температура 288,15 К, концентрация метана в емкости 0,01 ppm, толщина емкости (по направлению луча) 0,1 см. Заметим, что метан обладает выраженным поглощением и в других частях спектра: вблизи 1,7, 2,2 и 3,3 мкм. Однако доля этого излучения в общем потоке излучения земной поверхности сравнительно мала.



ось абсцисс – длина волны (мкм);

ось ординат – коэффициент поглощения (относительные единицы)

рис. 1 Спектр поглощения метана в диапазоне длины волны 6,3 – 8,3 мкм

Представлены (рис. 2) результаты расчета радиационно-равновесной температуры земной поверхности при различных концентрациях метана (ось абсцисс, ppm) и том составе атмосферы в отношении остальных составляющих, который соответствует 1970 году [3]. Нуль по шкале температуры – ось ординат – соответствует расчетной температуре 1970 году. Как видно, роль метана в формировании радиационно-равновесной температуры земной поверхности в диапазоне концентраций от 0 до значений на порядок больше современных – его вклад не превышает 1°C.

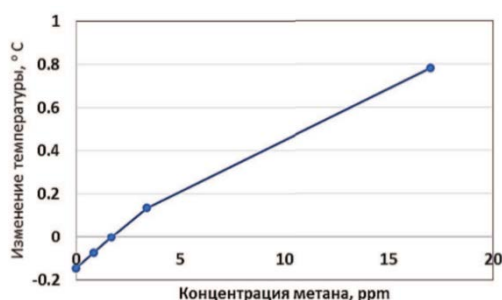


рис. 2 Изменение радиационно-равновесной средней температуры земной поверхности

Что касается России, то интенсивность антропогенных источников метана с ее территории составляет не более 10% от глобальной интенсивности антропогенных эмиссий (и даже не более 7% для соответствующих центральных оценок). Однако особенностью Российской Федерации является относительно большой вклад добычи угля, нефти и газа в интенсивность антропогенных эмиссий метана в атмосферу. По данным Росстата [4] парниковые газы в основном выбрасываются энергетическим сектором, при этом эмиссия метана составляет 14,5% от общего количества выбросов. От сжигания ископаемых топлив выбрасывается 86% всей связанной с энергетикой эмиссии парниковых газов, а также 4% выбросов приходится на добычу твердых топлив [5].

Выбросы метана занимают первое место в общем объеме зарегистрированных выбросов от стационарных источников в Кузбассе. Метан поступает в атмосферный воздух области в основном в результате угледобычи. Основными источниками выбросов метана на угледобывающих предприятиях являются вентиляционные стволы, газоотсасывающие установки и газодренажные скважины из выработок. Ежегодно в процессе угледобычи средствами вентиляции и дегазации на поверхность выбрасывается более 50 % метана от общего объема выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников по области. В 2022 году выбросы метана составили 932,486 тыс. т или 58,5 % от общего количества выбрасываемых загрязняющих веществ по Кемеровской области [6]. А за 2023 год было добыто 214,2 миллиона тонн угля, выделив при этом более 2 миллиардов кубометров метана [7].

Комитет охраны окружающей среды и природных ресурсов администрации города Новокузнецка ежегодно осуществляет анализ поступающей информации по выбросам загрязняющих веществ в атмосферу от

предприятий города, обрабатывает формы государственной статистической отчетности 2–ТП (воздух). За период 2022 года обобщены отчетные данные 58 предприятий. Основную долю в общей массе городских выбросов в атмосферу составляют: оксид углерода – 66,7%; диоксид серы – 15,9%; твердые вещества – 8,7%; диоксид азота – 4,7%; метан – 2,6% (рис. 3). На долю остальных веществ приходится 1,4% [8].

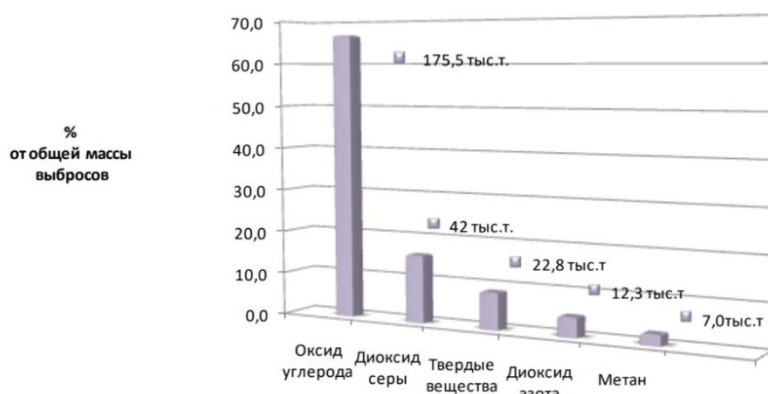


рис. 3 Доля загрязняющих веществ в общей массе выбросов в городе Новокузнецке

Метан малотоксичен: в связи с малой растворимостью в воде и сыворотке крови метан физиологически мало активен, не подвергается биотрансформации в тканях и выделяется из организма в неизменном виде, а его токсическое действие в обычных условиях определяется главным образом вытеснением из воздуха прочих составляющих его газов, в том числе кислорода, что приводит к развитию гипоксической (внешней) гипоксии, причем острые отравления крайне редки, и возникают, как правило, при внезапных выбросах метана в угольных шахтах, при которых содержание алканов может достигать от 90% до 100%, а содержание кислорода падает до 2%. Экспериментально была установлена зависимость степени вытеснения кислорода и других газов из воздуха при изменении в нем содержания метана. Так, при подаче в испытательную камеру чистого воздуха, доля кислорода в нем составляла 20% по объему; при концентрации метана 167500 мг/м³ или 25% по объему, доля кислорода составляла уже 16%, при достижении уровня метана 335000 мг/м³ – 10%, а при концентрации метана 603000 мг/м³ (90%) содержание кислорода в газовой смеси не превышало 2% [9].

Исходя из выявленной зависимости изменения доли кислорода в воздухе от содержания в нем метана, определены уровни концентраций метана в атмосферном воздухе от безопасных до уровней представляющих определенную опасность, в частности концентрации при которых возможно развитие гипоксии различных степеней тяжести и воспламенение смеси метана с воздухом.

Минимальный опасный уровень концентрации метана по признаку развития гипоксии составляет 38496,19 мг/м³. При нормальном барометрическом давлении такой концентрации соответствует парциальное давление кислорода 150 мм рт.ст., при котором возможно развитие гипоксии первой степени тяжести (латентной гипоксия) характеризующейся отсутствием субъективных проявлений гипоксии, за исключением ощущения прилива энергии в теле, приподнятого настроения, ускорения речи и движений, развитием одышки и тахикардии при физической нагрузке. Между тем, метан почти в два раза легче воздуха, что препятствует его скоплению в приземных слоях атмосферы и, вследствие естественных процессов рассеивания, миграции и стока (химического стока, вклад которого в общий сток метана составляет порядка 90 % и процессов поглощения почвенными бактериями и ухода в стратосферу – менее 10 %) метана из атмосферы, достижение опасных уровней его концентраций в условиях атмосферного воздуха маловероятно (фактическая концентрация метана в тропосфере определяется на уровне порядка 1,34 мг/м³).

В качестве проверки безопасности выбросов шахтного метана для здоровья людей необходим расчет концентрации газа на территории города Новокузнецка и Новокузнецкого района на примере одной местной шахты. Данные шахты «Большевик» приведены в таблице:

Условное название предприятия, загрязняющее вещество	Высота трубы, м	Диаметр устья трубы, м	Температура ГВС, °С	Выброс загрязняющего вещества, г/с
«Большевик» -метан	5	0,32	27	481

Расчет максимальной концентрации загрязняющего вещества в воздухе выполняется в соответствии с формулой:

$$C_{max} = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} \eta,$$

где А – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы (А=200);

М – масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу единицу времени, г/с;

F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе;

m и n – коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из источника;

H – высота источника над уровнем земли, м;

η – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности (если территория, на которой расположен источник выбросов, ровная, т.е. перепад высот не превышает 50 м на 1 км, то η=1);

ΔT – разность между температурой, выбрасываемой газовой смеси Tг и температурой окружающего воздуха T0, °C (для Новокузнецка значение T0 принимается равным 26,4 °C; ΔT=0,6°C);

При наличии на предприятии очистных и газоулавливающих сооружений принимают F = 1 для всех газообразных веществ.

V1 – расход газовой смеси (м³/с), рассчитываемый по формуле:

$$V_1 = 0,785 \cdot D^2 \cdot W_{cp} \quad (5)$$

$$V_1 = 0,785 \cdot 0,32^2 \cdot 19 = 1,5 \text{ м}^3/\text{с},$$

где D – диаметр устья источника выбросов (трубы), м;

Wcp – средняя скорость выхода газовой смеси из устья источника, м/с (Wcp = 7 м/сек).

Коэффициенты m и n определяются в зависимости от параметров f и v_m, которые рассчитываются по формулам (6) и (7):

$$f = \frac{1000 \cdot W_{cp}^2 \cdot D}{\Delta T \cdot H^2}, \quad (6)$$

$$f = \frac{1000 \cdot 19^2 \cdot 0,32}{0,6 \cdot 5^2} = 7701,$$

$$v_m = 0,65 \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}} = 0,37, \quad (7)$$

$$v_m = 0,65 \sqrt[3]{1,5 \cdot 0,6 / 5} = 0,37.$$

Так как f > 100, то

$$m = \frac{1,47}{\sqrt[3]{f}}, \quad (8)$$

$$m = \frac{1,47}{\sqrt[3]{7701}} = 0,07.$$

Так как v_m < 0,5, то

$$n = 4,4 v_m, \quad (9)$$

$$n = 4,4 \cdot 0,37 = 1,63.$$

Расчет максимальной концентрации метана в воздухе согласно формуле (4):

$$C_{max CH_4} = \frac{200 \cdot 617 \cdot 1 \cdot 0,07 \cdot 1}{5^2 \cdot \sqrt[3]{1,5 \cdot 0,6}} = 2285 \text{ мг/м}^3$$

Определение расстояния x_{max} (м) от источника выбросов, на котором приземная концентрация загрязняющего вещества C (мг/м³) достигает максимального значения C_{max} (мг/м³), выполняется с помощью формулы:

$$x_{max} = 0,25(5 - F) \cdot d \cdot H, \quad (10)$$

$$x_{\max} = 0,25(5 - 1) \cdot 5,7 \cdot 5 = 28,5,$$

где d – безразмерный коэффициент, ($d=5,7$ при $f \geq 100$).

В результате расчетов получили максимальную концентрацию метана в атмосфере 2285 мг/м³, что меньше минимальной опасной концентрации 38496,16 мг/м³ почти в 17 раз.

Все шахты, находящиеся вблизи Новокузнецка (рис. 4) расположены таким образом, что преимущественный западный и юго-западный ветра уносят выбросы вдаль от жилых районов. Поэтому выбросы шахтного метана в атмосферу можно считать безопасными для данного населенного пункта.



рис. 4 Карта города Новокузнецка с указанием расположения угольных шахт

Таким образом, нормирование метана в атмосферном воздухе населенных мест как индивидуального загрязняющего вещества с гигиенической точки зрения нецелесообразно. Тем не менее, принимая во внимание, что метан способен оказывать воздействия на тепловой баланс Земли, по-прежнему актуально нормирование его как парникового газа, что, однако, не является предметом гигиенического нормирования.

Список литературы

1. Белосельский Б.С. Применение присадок многофункционального действия к топочным мазутам, сжигаемым на электростанциях //Новое в российской энергетике. – 2005. – №10.
2. Метан и климатические изменения: научные проблемы и технологические аспекты / Под общ. ред. В. Г. Бондура, И.И. Мохова. — Москва: Российская академия наук, 2022. — 388 с.;
3. The HITRAN molecular spectroscopic database and HAWKS: 1996 edition.// J. Quant. Spectrosc. Radiat. 1998. . –V. 60. . – N 5. – P. 665-710;
4. Семенов С.М., Попов И.О. Сравнительные оценки влияния изменения концентраций диоксида углерода, метана, закиси азота и водяного пара на радиационно-равновесную температуру земной поверхности. Метеорология и гидрология, 2011. – № 8. – С.34-43;
5. Охрана окружающей среды в России. 2022: Стат. сб./Росстат. – Москва, 2022. – 115 с.;
6. Выбросы парниковых газов, связанных с энергетикой: Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/search?q=выбросы+парниковых+газов> (Дата обращения: 21.03.2024);
7. Доклад Министерства природных ресурсов и экологии Кузбасса о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области – Кузбасса в 2022 году. – 2023 . – URL: https://ecokem.ru/wp-content/uploads/2023/06/Doklad_za_2022_01_07_2023.pdf ;
8. Тайлаков, О. В. Фугитивные выбросы метана и технологии их сокращения при угледобыче в Кузбассе / О. В. Тайлаков, Е. А. Уткаев., М. П. Макеев // Горная Промышленность. – 2022 . - №4. – С.54-59;
9. Доклад Комитета охраны окружающей среды и природных ресурсов администрации города Новокузнецка о состоянии окружающей среды города Новокузнецка за 2022 год. – 2023 г. – URL: https://eko-nk.ru/user_images/File/ИТОГОВЫЙ%202022%20изм_НА%20ПЕЧАТЬ.pdf;
10. Пинигин, М. А. Обоснование нецелесообразности гигиенического нормирования метана в атмосферном воздухе / М. А. Пинигин, Л. А. Федотова, А. В. Цуканов // Токсикологический вестник. - 2015. - № 2 (131). - С. 51-56;

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ УГОЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИСАДОК КАТАЛИЗИРУЮЩЕГО И МОДИФИЦИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ

Беляев Кирилл Вадимович

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Мурко Василий Иванович, д.т.н., профессор

belkir1976@mail.ru

Аннотация. В статье проводится оценка эффективности работы котельных установок с использованием присадок катализирующего и модифицирующего действия отечественного производства: ТМУ; Substan-B (производитель ИННТЕХТРЕЙД, г. Москва); «Эскал-УТм» (производитель «Архимед», г. Бийск). Оценка проводится путем анализа потока дымовых газов за котлом на теплотери от механического недожога и на содержание вредных примесей, таких как: оксиды серы, оксиды азота, оксиды углерода.

Ключевые слова: топливная присадка, угольное топливо, снижение тепловых потерь, угольная котельная, сжигание угля.

ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY OF COAL-FIRED BOILER PLANTS USING ADDITIVES WITH CATALYST AND MODIFIER EFFECT

Belyaev K. V., Siberian State Industrial University

Murko V. I., Grand PhD in Engineering sciences, professor, Siberian State Industrial University

Abstract. The article evaluates the efficiency of boiler plants using domestically produced catalytic and modifying additives: TMU; Substan-B (made by INNTECHTRADE, Moscow); "Eskat-UTm" (made by "Archimedes", Biysk). The evaluation is carried out by analyzing the flue gas flow behind the boiler for heat loss from mechanical underburning and for the content of harmful impurities, such as: sulfur oxides, nitrogen oxides, carbon oxides.

Keywords: fuel additive, coal fuel, heat loss reduction, coal boiler, coal combustion.

Угольное топливо — один из наиболее распространённых видов твёрдого топлива, который широко используется в энергетике, промышленности и быту. Однако его использование сопряжено с рядом проблем, таких как низкая эффективность сгорания, образование шлака и золы, а также выбросы вредных веществ в атмосферу, среди которых сажа, зола, угарный газ (CO), оксид серы (SO₂), оксиды азота (NO_x).

Сажа опасна не только для человека, вызывая заболевания дыхательных путей и аллергию, но и для природы: в результате попадания в атмосферу и оседания на снежных или ледяных поверхностях сажа вызывает изменения глобальной температуры, таяние снега и льда, смену режима осадков, также соединения сажи с другими веществами приводит к выпадению осадков, способных окрашивать натуральные материалы и разрушать их.

Угарный газ в атмосфере образует парниковый диоксид углерода, кроме того, загрязнение воздуха угарным газом ведёт к уменьшению содержания кислорода в океанской среде, что имеет негативные последствия для местной флоры и фауны.

Оксид серы является причиной образования кислотных дождей, а также при высоких концентрациях наносит вред деревьям и растениям, повреждая листву и снижая рост.

Оксиды азота вносят вклад в формирование смога и кислотных дождей, повышают кислотность почв и водоемов.

Различные способы улавливания этих компонентов очистными сооружениями требуют возможностей для установки, больших финансовых вложений, а также они не будут в полной мере способствовать очистке котла. Эти недостатки можно решить улучшения свойств сжигаемого топлива. Во всем мире широко используются присадки для мазутного топлива с целью улучшения показателей его горения и уменьшения вредных выбросов в окружающую среду, но для угля они практически не применяются [1]. Поэтому сжигание угольного топлива с вводимыми в него топливными присадками катализирующего и модифицирующего действия является одним из перспективных способов снижения негативного воздействия на природу.

Топливные присадки — это химические вещества, вводимые непосредственно в сжигаемое топливо или в зону горения с целью улучшения эксплуатационных, экологических и других характеристик процесса

сжигания. Присадки, поступая в зону горения, нагреваются. Под воздействием высоких температур в присадке сначала ослабевают, а затем и рвутся межмолекулярные связи [2]. В результате разрыва образуются различные активные центры, включая свободные электроны и протоны. Взаимодействие этих центров с веществами-агентами реакции горения изменяет протекание реакции в направлении увеличения полноты выгорания топлива и уменьшения количества образующихся вредных для атмосферы веществ.

Существует несколько типов топливных присадок, которые могут быть использованы для улучшения процесса сжигания угольного топлива:

1) катализаторы горения - содержат вещества, которые ускоряют процесс горения угля. Они могут повысить температуру воспламенения угля и улучшить его сгорание.

2) активаторы горения - способствуют более полному сгоранию угля за счёт увеличения поверхности контакта между углём и кислородом.

3) связывающие вещества - связывают шлаковые компоненты, образуя более крупные частицы, которые легче удаляются из оборудования.

4) сорбенты - поглощают вредные вещества, предотвращая их выброс в атмосферу.

Выбор конкретного типа топливной присадки зависит от конкретных условий и требований. Важно провести исследование

К положительным эффектам сжигания смеси угля с присадкой можно отнести: снижение расхода атмосферного воздуха на горение, образование в зоне горения дополнительных центров реакции окисления, снижение выхода продуктов неполного сгорания топлива при соответствующем увеличении выхода продуктов полного сгорания, уменьшение газового загрязнения атмосферы, выравнивание поля температуры по объёму горения [3].

Вместе с тем, зарубежный опыт (США, страны ЕС, Индия, Китай) указывает на то, что применение топливных присадок на угольных котлах различной мощности не только обеспечивает интенсификацию и активизацию процесса горения угольного топлива, но и способствует улучшению состояния поверхностей нагрева и снижению уровня вредных выбросов в атмосферу. Одной из главных причин низкого интереса отечественной угольной энергетики к данной технологии по улучшению качества сжигания твердого топлива является отсутствие какого-либо опыта практического применения топливных присадок.

В России впервые (по литературным источникам) в 2009 году были проведены испытания топливной присадки на стальном водогрейном котле КВм - 1,86 КБ со слоевым сжиганием угля в котельной №6 МУП г. Бийска «Теплоэнергия». Котел оборудован механической топкой с шурующей планкой типа ТШПМ - 2,0. Испытания по сжиганию твердого топлива с добавкой препарата «Эскал» были проведены компанией «Архимед» (Приложение Н). Ввод препарата «Эскал» проводился непосредственно в воздухопровод за дутьевым вентилятором при помощи перистальтического насоса-дозатора «Etatron DS Type B-V 1-3».

В результате испытаний было установлено:

- снижение содержания несгоревшего угля в уносах на 39,3%;
- увеличение КПД котла на 14,2%;
- увеличение выработки тепловой энергии;
- улучшение прогорания загрузки угля;
- увеличение температуры горения угля на поверхности на 120 °С.

Аналогичные испытания топливной присадки каталитического и модифицирующего действия были проведены компанией «Сибэкотехника» (г. Новокузнецк) совместно с национальной ассоциацией производителей и потребителей золошлаковых материалов (НАППЗШМ), г. Москва и муниципальным предприятием МП «ССК», г. Новокузнецк [4].

Испытания проводились на котле КВр-11,63-115 №2 Байдаевской котельной (г. Новокузнецк). В качестве топливной добавки катализирующего и модифицирующего действия при сжигании угля использовалась присадка производства Южной Кореи Aid-Clean Force (ЗН Korea Co.Ltd).

Эффективность действия топливной присадки оценивалась путем проведения балансовых испытаний котла до введения присадки и после при различной производительности с последующим расчетом основных технико-экономических показателей методом обратного баланса. Применение присадки привело к увеличению к.п.д. котла до 75,2 %, что на 10,8 % выше значения по режимной карте. Отмечено снижение горючих веществ как в шлаке, так и в золе уноса под действием присадки, что привело к уменьшению потерь тепла с механическим недожогом. Также после применения присадки было замечено очищение экранных труб котла, а структура шлака стала более рыхлой и однородной.

В заключение можно сказать, что использование топливных присадок является перспективным направлением для повышения эффективности сжигания угольного топлива, снижения выбросов вредных веществ и улучшения работы оборудования. Однако перед использованием топливных присадок необходимо провести тщательное исследование и выбрать наиболее подходящий тип присадки для ваших нужд.

Список источников

1. Белосельский Б.С. Применение присадок многофункционального действия к топочным мазутам, сжигаемым на электростанциях // *Новое в российской энергетике*. – 2005. – №10.
2. Дубровин Е.Р., Дубровин И.Р. Использование присадок к угольному топливу // *Энергетика и промышленность России*. – №21(257). – 2014.
3. Мурко В.И., Журавлева Н.В., Федяев В.И. и др. Экологические аспекты вихревой технологии сжигания суспензионного угольного топлива // *Экология и промышленность России*. – 2009. – №1. – С. 6-9.
4. Мурко В.И., Карпенко В.И., Федяев В.И. и др. Результаты испытаний топливной присадки на котле со слоевым сжиганием угля // *Журнал сибирского федерального университета. Техника и технологии*. – 2017. – №10(8). – С.993-999.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИТОТОКСИЧНОСТИ ОТХОДОВ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Ванюгин Илья Витальевич,

Миронова Татьяна Анатольевна

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Водолеев Анатолий Сергеевич, д-р с.-х. н.

vanyugin2001@mail.ru

Аннотация. Золошлаки и отходы угольного обогащения являются источником повышенной экологической опасности, и оказывают негативное воздействие на здоровье населения и окружающую среду. В процессе биологической рекультивации возможна биотрансформация токсических соединений углеотходов и их обезвреживание. В лабораторных условиях проведено предварительное биотестирование с использованием кресс-салата в качестве биологического объекта. Для создания плодородного слоя привлечены отходы органического происхождения – осадки сточных вод, благодаря которым сформирован технозем, обеспечивающий благоприятные условия произрастания испытуемых растений, о чем свидетельствуют биметрические и физиологические показатели.

Ключевые слова: углеотходы, золошлаковые отходы, техноземы, тяжелые металлы, осадки сточных вод, плодородный слой, фитотоксичные вещества, лабораторный эксперимент, биотестирование.

INVESTIGATION OF PHYTOTOXICITY OF COALINDUSTRY WASTES BIOLOGICAL METHODS

Vanyugin I. V., Siberian State Industrial University

Vodoleev A.S., scientific supervisor, Siberian State Industrial University

Abstract. Ash and slag and waste from coal processing are a source of increased environmental danger, and have a negative impact on public health and the environment. Biotransformation of toxic carbon waste compounds and their neutralization is possible in the process of biological reclamation. Preliminary testing was carried out in the laboratory using watercress as a biological object. To create a fertile layer, waste of organic origin was involved – sewage sludge, due to which technozem was formed, providing favorable growing conditions for the tested plants, as evidenced by bimetric and physiological indicators.

Keywords: carbon waste, ash and slag waste, technozems, heavy metals, sewage sludge, fertile layer, phytotoxic substances, laboratory experiment, biotesting.

Общая масса накопленных золошлаковых отходов (ЗШО) в Кузбассе превышает 1,5 миллиарда тонн, с ежегодным приростом в 90 миллионов тонн. Площади, занятые отвалами, оцениваются в 22-30 тысяч гектаров, а на АО «Евраз ЗСМК» ежегодно образуется около 500 тысяч тонн ЗШО. Снижение объемов накопления ЗШО необходимо не только для освобождения земельных участков, но и для уменьшения негативного воздействия на окружающую среду. Отвалы представляют собой сложные конструкции, и нарушения в их строительстве и эксплуатации могут привести к серьезным последствиям: загрязнению грунтовых вод, эрозии и обрушению откосов, а также распространению пыли и загрязняющих веществ в природные экосистемы. Нерекультивированные золошлакоотвалы становятся источником атмосферного загрязнения из-за ветровой эрозии их поверхности. С одного гектара отвала может выноситься несколько сотен тонн золы в год, а пылевые облака могут распространяться на значительные расстояния. С биологической точки зрения золошлаки являются "стерильными" материалами, лишенными органических веществ и недостаточными для питания растений, что замедляет процесс их естественного зарастания до 10 – 15 лет.

В таблицах представлены результаты рентгеноспектрального и химического анализа ЗШО и углеотходов (УО), выполненного в Лаборатории экологии и комплексного использования минеральных отходов (ЛЭКИМО) Центра «Материаловедения» СибГИУ.

Компонент	Массовая доля, %	
	ЗШО	УО
Fe ₂ O ₃	13,34	16,91
MnO	0,39	0,37
CaO	7,2	2,27
SiO ₂	43,65	40,53
Al ₂ O ₃	15,08	16,2
MgO	2,63	1,44
Na ₂ O	0,63	0,7
K ₂ O	1,41	2,14
TiO ₂	1,04	0,89
S	0,33	0,2
P	0,83	0,083
SrO	0,21	0,076
Cr ₂ O ₃	0,25	0,051
C	9,38	17,06
CuO	0,34	0,31
ZnO	0,21	0,14
NiO	0,023	-
ZrO ₂	0,082	0,053
BaO	0,1	-

Компонент	Массовая доля, %	
	ЗШО	УО
Fe	9,33	11,82
Mn	0,3	0,28
Ca	5,11	1,57
Si	20,51	19,05
Al	7,99	8,59
Mg	1,58	0,86
Na	0,47	0,52
K	1,14	1,73
Ti	0,62	0,53
S	0,33	0,2
P	0,83	0,083
Sr	0,18	0,065
Cr	0,17	0,044
C	9,38	17,06
Cu	0,27	0,25
Zn	0,17	0,11
Ni	0,018	-
Zr	0,061	0,039
Ba	0,09	-
O	38,28	36,48

Данные таблиц свидетельствуют о наличии в исследуемых отходах как питательных элементов, так и тяжелых металлов.

Исследование гранулометрического состава, физико-химических свойств, элементного, химического, гранулометрического состава отходов и физиологические показатели выращиваемых растений проводили в лабораториях СибГИУ. Порозность и влагоемкость определялись по методике [1] с помощью установки показанной на рисунке 1. Насыпная плотность определялась по методике [2] с использованием установки, изображенной на рисунке 2.



Рисунок 1 – Установка для определения влажёмкости и порозности



Рисунок 2 – Установка для насыпной плотности

Результаты определения порозности, влажёмкости и насыпной плотности ЗШО и УО представлены в следующей таблице:

Отход	Порозность, %	Влажёмкость, %	Насыпная плотность, г/см ³
ЗШО	69	74	0,540
УО	72	24	1,205

Характер порозности обуславливается физическими и физико-химическими процессами, протекающими в почве: растрескиванием её под действием увлажнения-высыхания, нагрева-охлаждения, набухания-сжатия; передвижением жидкой фазой и деятельностью живой фазы, выщелачиванием и выносом различных химических соединений в нижележащие горизонты.

Степень порозности также зависит от почвенной структуры, гранулометрического состава и содержания гумуса. Например, у торфяников порозность составляет 85%, а у песка — не выше 30%.

Биотестирование является важным инструментом для оценки токсичности промышленных отходов и качества биологического урожая, особенно в условиях техногенного загрязнения. Оно позволяет выявить влияние загрязняющих веществ на растения и микроорганизмы, что критически важно для понимания экосистемных процессов и разработки методов рекультивации.

При выборе тест-организмов могут использоваться несколько видов растений, например, *Avena sativa*, *Trifolium repens* для оценки их роста и развития в техногенных почвах. Для ускорения биотестирования используются растения с коротким вегетационным периодом. Хорошо зарекомендовал себя кресс-салат, способный за считанные дни нарастить значительную вегетативную массу. Критериями для оценки результатов биотестирования хорошо зарекомендовали себя физиологические показатели растений. Интенсивность фотосинтеза, содержание хлорофилла, водообмен имеют прямую связь с минеральным питанием, на которое непосредственное влияние оказывают технозёмы.

Для комплексной оценки экотоксикологического состояния техноземов могут использоваться микроорганизмы и гидробионты.

Определение параметров прорастания, вегетационного роста и способности к размножению растений. Биотестирование проводится ГОСТ Р ИСО 22030-2009 [3].

Лабораторное тестирование на базе СибГИУ в 6 вариантах (рисунок 3):

1. Углеотходы + осадки сточных вод (ОСВ)
2. ЗШО + ОСВ
3. Углеотходы – техногенный контроль
4. ЗШО – техногенный контроль
5. ЗШО + УО
6. Природный контроль – почвогрунт СибГИУ



Рисунок 3 – Лабораторное биотестирование УО и ЗШО с использованием кресс-салата

Оценку полученных результатов проводили с использованием биометрических и физиологических показателей:

1. Всхожесть, %
2. Высота проростков, мм
3. Биомасса проростков, г

4. Содержание хлорофилла, мг/л

Результаты показателей всхожести кресс-салата представлены в таблице:

№	Варианты	Повторность	Всхожесть, шт.	Всхожесть, %	Среднее, %
1.	Углеотходы + ОСВ	1	43	57,3	44,9± 10,8
		2	29	38,7	
		3	29	38,7	
2.	ЗШО + ОСВ	1	45	60,0	57,3±5,8
		2	38	50,7	
		3	46	61,3	
3.	Углеотходы - техногенный контроль	1	17	22,7	12±9,3
		2	4	5,3	
		3	6	8,0	
4.	ЗШО - техногенный контроль	1	74	98,7	84,4±14
		2	63	84,0	
		3	53	70,7	
5.	ЗШО + углеотходы	1	44	58,7	67,1± 19,4
		2	67	89,3	
		3	40	53,3	
6.	Природный контроль - почвогрунт СибГИ У	1	52	69,3	69,3±5,3
		2	48	64,0	
		3	56	74,7	

Согласно представленным данным наибольшая всхожесть кресс-салата отмечается в варианте ЗШО. Химический состав этого отхода благоприятно сказывается на ростовых процессах в первые дни вегетации, впоследствии в результате аккумуляции тяжелых металлов и других фитотоксичных элементов, таких как медь, цинк, свинец, стронций, ванадий, мышьяк, бериллий, барий, ростовые процессы резко снижаются [4].

УО показали наименьшую всхожесть (12 %), что, вероятно, объясняется содержанием фитотоксичных элементов. Содержание одного только мышьяка превышает таковое фоновое в 14 раз. Также отмечается превышение содержания меди в 28 раз ПДКп, поэтому вместо положительного влияния как микроэлемента, поэтому это элемент ингибирует метаболические процессы растений. А также есть превышение ПДКп по цинку, никелю и хрому.

Проведенное биотестирование в лабораторных условиях показало положительное воздействие осадков сточных вод на все исследуемые биометрические и физиологические показатели кресс-салата: всхожесть, биомассу, высоту проростков, содержание хлорофилла. ЗШО, в свою очередь, являются более благоприятным материалом для проведения биологической рекультивации как в чистом виде, так и в сочетании с ОСВ. Техногенный контроль в присутствии ЗШО не оказывает резко выраженного негативного влияния на исследуемые показатели тестируемого растения. Результаты биотестирования в вариантах с использованием углеотходов не однозначны. Их положительное влияние на биометрические и физиологические показатели используемого растительного материала не столь очевидно, в отличие от золошлаковых отходов.

Список источников:

1. Докторова И.Н., Козлов В.В., Душкин В.В., Исаева Ю.В. Лабораторный практикум с методическими указаниями по зоогигиене для студентов биотехнологического факультета по специальности «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции». Ульяновск, УГСХА, 2005, 189 с.
2. Черкасов, С.В. Материаловедение [Текст] : лаб. практикум / С.В. Черкасов, Л.Н. Адоньева; Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. - Воронеж, 2009. – 88 с.
3. ГОСТ Р ИСО 22030-2009 Биологические методы. Хроническая фитотоксичность в отношении высших растений.
4. Огородникова Елена Николаевна, Барабошкина Татьяна Анатольевна, Николаева Светлана Казмировна Особенности минерального состава золошлакоотвалов - продуктов техногенеза // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2011. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-mineralnogo-sostava-zoloshlakootvalov-produktov-tehnogeneza> (дата обращения: 09.12.2024).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОГО ТЕПЛА УХОДЯЩИХ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЛУБОКОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ

Вишняк Виталий Викторович,

Щеголев Евгений Константинович

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Стерлигов Владислав Викторович к.т.н.

ka.ak.05@bk.ru

Аннотация. Актуальной задачей в современной энергетике является потеря тепла с уходящими дымовыми газами, а с ними и снижение К.П.Д., которое плохо влияет, как на экономику, так и на окружающую среду. С данной проблемой активно борются, устанавливая различные теплообменные аппараты, охлаждающие дымовые газы вплоть до 150 градусов, однако это не предел. На основе полученных расчетов предлагается использовать технологию глубокого охлаждения дымовых газов, даже ниже точки россы, что позволит использовать не только тепло дымовых газов, но и тепло конденсации и остывания воды, содержащейся в дымовых газах.

Ключевые слова: глубокое охлаждение, дымовые газы, точка россы, теплообменные устройства, повышение К.П.Д. печей и котлов.

USE OF LOW-POTENTIAL HEAT OF EXHAUST FLUE GASES BASED ON DEEP COOLING TECHNOLOGY OF FLUE GASES

Vishnyak V. V., Shchegolev E. K., Siberian State Industrial University

Sterligov V. V., c.t.s., Siberian State Industrial University

Abstract. A pressing issue in modern energy is heat loss with outgoing flue gases, and with them a decrease in efficiency, which has a negative impact on both the economy and the environment. This problem is being actively combated by installing various heat exchangers that cool flue gases down to 150 degrees, however, this is not the limit. Based on the calculations obtained, it is proposed to use the technology of deep cooling of flue gases, even below the dew point, which will allow using not only the heat of flue gases, but also the heat of condensation and cooling of water contained in the flue gases.

Keywords: deep cooling, flue gases, dew point, heat exchange devices, increasing the efficiency of furnaces and boilers.

Одним из основных стратегически важных направлений в развитии современной мировой энергетики является снижение потерь тепла с уходящими дымовыми газами. Доля данных потерь очень велика, что значительно снижает К.П.Д. энергетических установок. Для снижения доли этих потерь используют различные теплообменные устройства, но степень утилизации тепла зачастую невелика. Это заставляет искать новые методы утилизации, а также разрабатывать более совершенные теплообменные устройства. Потери тепла с уходящими газами не только снижают К.П.Д., но и вредят окружающей среде, что приводит к тепловым загрязнениям и нарушению микроклимата.

Расчет был произведен на основе методической печи прокатного производства, так как нагревательные, термические и методические печи металлургической промышленности являются одними из основных потребителей топлива в стране. Тепловой расчет печи позволяет понять, как устроена сама печь, как протекают процессы, происходящие внутри. Так же благодаря данному расчету можно определить тепловой баланс печи, а именно затраты тепла на нагрев металла и различные потери тепла. Полный расчет теплового баланса методической печи на 1 кг металла был взят из литературы, а обобщенные данные по нему представлены в таблице [1]:

Статьи прихода	кВт	%	Статьи расхода	кВт	%
1. Тепло от горения топлива	79250	85,52	1. Тепло на нагрев металла	32100	34,70
2. Тепло подогретого воздуха	11190	12,10	2. Тепло уносимое уходящими газами	40000	43,10
3. Тепло экзотермических реакций	2200	2,38	3. Потери тепла теплопроводностью через кладку	821	0,89
Итого	92640	100,0	4. Потери тепла с охлаждающей водой	9049	9,78
			5. Неучтенные потери	1670	11,53
			Итого	92640	100,0

Исходя из представленных данных не сложно посчитать, что на полезную работу расходуется всего 34,70% всего тепла, а на потери 65,30%. Самые большие потери – это потери тепа с уходящими дымовыми газами, целых 43,10. Данные потери являются очень большими, часть этого тепла конечно же используется полезно, благодаря различным теплоутилизирующим аппаратам, но степень этого отбора не максимальна.

Поскольку на данных печах уже стоят рекуператоры (регенераторы), то нашим предложением по модернизации и повышению К.П.Д. печей станет внедрение технологии глубокого охлаждения дымовых газов, даже ниже точки росы. А чтобы подтвердить действенность данной технологии был произведен расчет дополнительного теплового эффекта от охлаждения дымовых газов от 400 оС до 40 оС на 1 м3 продуктов горения.

Тепловой эффект выражается уравнением:

$$\Delta Q = \Delta Q_{\text{охл}} + \Delta Q_{\text{кон}} + \Delta Q_{\text{ост}}, \text{ кДж/м}^3 \quad (1)$$

Где $\Delta Q_{\text{охл}}$ – Тепло охлаждения дымовых газов;

$\Delta Q_{\text{кон}}$ – Тепло конденсации паров H₂O;

$\Delta Q_{\text{ост}}$ – Теплота остывания воды от 100 оС до 40 оС.

$$1) \Delta Q_{\text{охл}} = V \cdot \rho \cdot C_p (400 - 40 + 273), \text{ кДж/м}^3 \quad (2)$$

$$\Delta Q_{\text{охл}} = 1 \cdot 0,525 \cdot 1,35 \cdot 633 = 448 \text{ кДж/м}^3$$

Где $C_p = 1,35 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}$ Теплосодержание дыма при температуре 400 оС;

$V = 1 \text{ м}^3$ – объём продуктов горения, при которых ведется расчет;

$\rho = 0,525 \text{ кг/м}^3$ – плотность дымовых газов при температуре 400 оС.

$$2) \Delta Q_{\text{кон}} = \%H_2O \cdot \rho_{H_2O} \cdot z, \text{ кДж/м}^3 \quad (3)$$

$$\Delta Q_{\text{кон}} = 0,18 \cdot 0,82 \cdot 2300 = 351 \text{ кДж/м}^3$$

Где $\%H_2O = 0,18$ - Содержание водяных паров;

$$\rho_{H_2O} = \frac{18}{22,4} 0,82 \text{ кг/м}^3 \text{ – Плотность водяных паров;}$$

$z = 2300 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ – Скрытая теплота парообразования воды.

$$3) \Delta Q_{\text{ост}} = m_{H_2O} \cdot C_B \cdot (100 - 40 + 273), \text{ кДж/м}^3 \quad (4)$$

$$\Delta Q_{\text{ост}} = 0,15 \cdot 4,2 \cdot 333 = 209,8 \text{ кДж/м}^3$$

Где $m_{H_2O} = 0,18 * 0,82 = 015$ кг – Масса конденсировавшейся воды;

$C_v = 4200$ Дж/кг*°C – Удельная теплоемкость воды.

Суммарный тепловой эффект равен:

$$\Delta Q = 448 + 351 + 209,8 = 1008,8 \text{ кДж/м}^3$$

Данное количества тепла мы можем сэкономить с каждого кубического метра продуктов горения, при использовании технологии глубокого охлаждения дымовых газов (ниже точки россы). Сама по себе цифра не очень велика, но если взять множество энергетических установок и объем дымовых газов, которое вырабатывается на них, то она многократно увеличивается. Данное мероприятие не только позволит повысить К.П.Д. печей, но и улучшить экологическую обстановку, что является очень важным и нужным делом для всего человечества.

Метод глубокой утилизации теплоты дымовых газов позволяет увеличить КПД печи на 2-3%, что соответствует снижению расхода топлива на 4-5 кг у.т. на 1 Гкал выработанного тепла. При внедрении данного метода большое значение имеют технические сложности и ограничения, связанные в основном со сложностью расчета процесса тепломассобмена при глубокой утилизации тепла уходящих дымовых газов и необходимостью автоматизации процесса, однако эти сложности решаемы при современном уровне технологий.

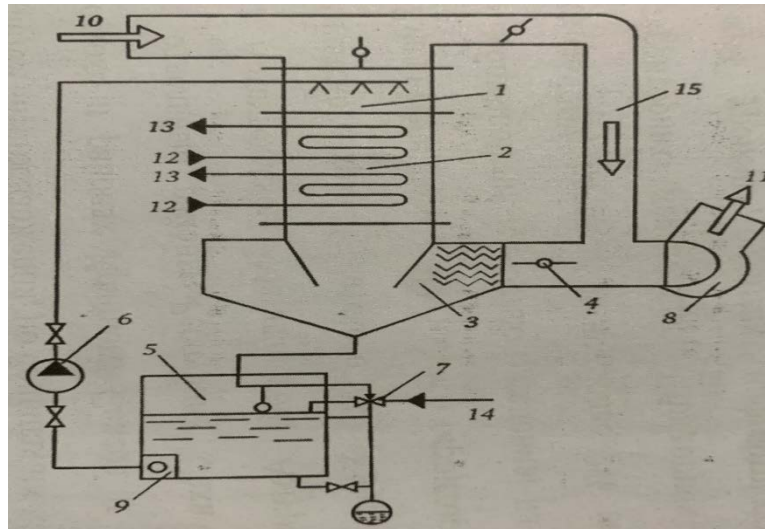
Одним из путей существенного улучшения использования топлива в котлоагрегатах является глубокое охлаждение (ниже точки росы) уходящих продуктов сгорания в конденсационных теплоутилизаторах контактного или поверхностного типов [2].

Наиболее часто используемый метод глубокой утилизации тепла дымовых газов заключается в том, что продукты сгорания смеси коксового и доменного газов после котла (или после экономайзера воды) с температурой 130-150 °C разделяются на два потока. Около 70-80% газов направляется через основной газоход и поступает в поверхностный конденсационный теплоутилизатор, остальная часть газа направляется в обходной газоход. В теплоутилизаторе продукты сгорания охлаждаются до 40-50°C, а часть водяного пара конденсируется, что позволяет использовать как физическое тепло дымовых газов, так и скрытое тепло конденсации части водяных паров, содержащихся в них. Охлажденные продукты сгорания после каплеотделителя смешиваются с неохлажденными продуктами сгорания, проходящими через байпасный газоход, и при температуре 65-70 °C, они отводятся дымососом через дымовую трубу в атмосферу [3].

Способ повышает эффективность сжигания смеси коксового и доменного газов и снижает выбросы оксидов азота в атмосферу с помощью растворения их в конденсирующихся водяных парах.

Оптимальная температура уходящих газов для различных видов топлива и рабочих параметров котла определяется на самом раннем этапе его создания на основе технико-экономических расчетов. При этом максимально полезное использование тепла уходящих газов традиционно достигается за счёт увеличения размеров конвективных поверхностей нагрева, а также развития хвостовых поверхностей воздухоподогревателей [4].

Также широкое применение находят контактные теплообменники с активной насадкой (КТАНЫ), разработанные Рижским политехническим институтом и Латгипропромом. КТАН-утилизатор является аппаратом рекуперативно-смесительного типа и предназначен для утилизации теплоты парогазовых потоков технологического и теплоэнергетического оборудования, может использоваться как подогреватель, устройство для очистки газов и др. Он состоит из системы орошения, активной насадки, выполненной в виде пучка водоохлаждаемых труб, закрепленных в трубных досках, и сепарационного устройства (рис. 1).



1 - система орошения; 2 - блок насадок; 3 - сепаратор; 4 - заслонка; 5 - бак орошающей воды и конденсата водяных паров; 6 - насос; 7 - регулятор уровня; 8 - дымосос; 9 - фильтр; 10, 11 - вход и выход дымовых газов; 12, 13 - вход и выход нагреваемой воды; 14 - заполнение системы орошения; 15 - байпасный газоход

Рис. 1 Принципиальная схема КТАН-утилизатора

В КТАНе протекают два независимых потока воды: чистая, подогреваемая через теплопередающую поверхность, и орошающая, нагреваемая в результате непосредственного контакта с уходящими газами. Чистый поток воды протекает внутри трубок и отделен стенками от загрязненного потока орошающей воды [5].

Пучок трубок выполняет функцию насадки, предназначенной для создания развитой поверхности контакта орошающей воды и уходящих газов. Поверхность нагрева, внутри которой циркулирует чистый поток воды, снаружи орошаемая капельным теплоносителем и омываемая газами, одновременно участвующая в теплообмене, называется активной насадкой.

Для предупреждения коррозии необходимо проводить термическую деаэрацию воды в деаэраторах. Необходимость деаэрации, нагретой контактным способом воды, может в ряде случаев затруднять ее использование. Эффективным способом устранения этих затруднений является использование для глубокого охлаждения уходящих газов конденсационных теплообменников поверхностного типа. Коэффициенты теплоотдачи от дымовых газов к поверхностям нагрева при глубоком охлаждении, сопровождающемся конденсацией водяных паров из газов, существенно выше коэффициентов конвективной теплоотдачи и соизмеримы с коэффициентами теплообмена для контактных аппаратов. Поверхностные конденсационные теплообменники вполне конкурентоспособны по сравнению с контактными теплоутилизаторами [6].

В поверхностных теплообменных аппаратах теплообмен и конденсация водяных паров происходит на поверхности двух разделенных сред. Нагреваемой средой обычно служит холодная вода, используемая для подпитки сетевого контура. В России биметаллические теплообменники (калориферы) выпускаются Костромским калориферным заводом. Изготовление биметаллических труб (сталь - алюминий) освоено ПО «Туласантехника» и рядом других предприятий. Теплообменные поверхности конденсационных теплообменников имеют высокий коэффициент оребрения и являются компактными.

Конструкции теплоутилизаторов представляют собой вертикальный или горизонтальный газоход со встроенным пучком горизонтальных оребренных трубок. В качестве последних обычно используют промышленные калориферы КСк с биметаллическими (сталь - алюминий) оребренными трубками. Общий вид биметаллической трубки с алюминиевым накатным оребрением, используемой в калориферах типа КСк, приведен на (рис. 2).

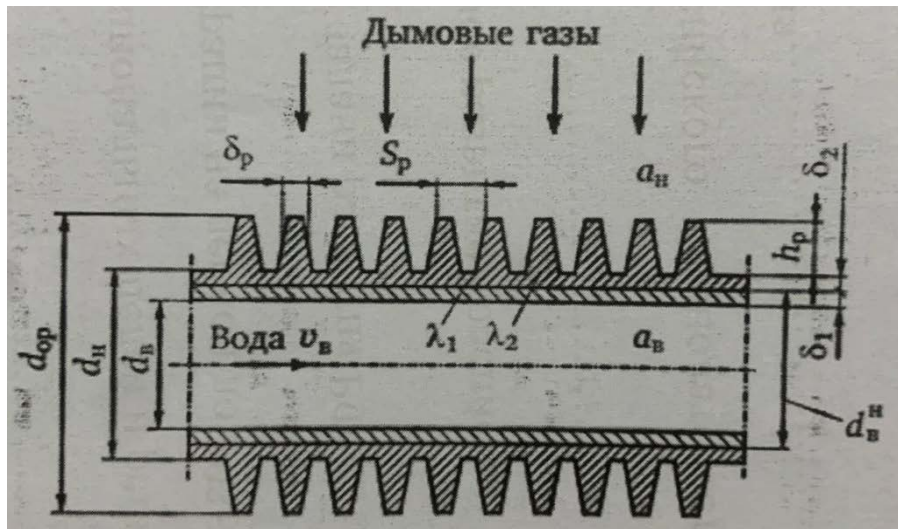


Рис. 2 Биметаллическая трубка калорифера КСк-4-11

Основную сложность при проектировании поверхностных теплоутилизаторов представляет определение коэффициента теплоотдачи от влажных дымовых газов к стенке поверхности теплообмена при конденсации находящихся в них водяных паров. На сегодняшний день не разработана универсальная методика расчета коэффициента теплоотдачи от дымовых газов (или паровоздушной смеси при малом содержании паров) с конденсацией водяных паров к стенке поверхности теплообмена. Все известные Методы основываются на обработке результатов экспериментальных данных и предлагают зависимости в довольно узких пределах изменения физических параметров сред. Применимость того или иного метода расчета для функционально схожих теплоутилизаторов требует анализа и обоснования [7].

Конденсационные теплообменники выполняются из различных материалов. Общим условием для конденсационных теплообменников поверхностного типа является высокая коррозионная стойкость, поскольку выделяющийся из продуктов сгорания конденсат имеет кислую реакцию. Применяются коррозионностойкая сталь, чугун, медь, биметаллические трубы, полимерные материалы и керамика.

В России положительный опыт внедрения конденсационных теплоутилизаторов поверхностного типа получен институтом Сантехпроект (г. Горький) и Ульяновским государственным техническим университетом, которые разработали установки утилизации теплоты уходящих газов паровых котлов типа ДЕ-10-14 ГМ при работе котельной на природном газе. Теплоутилизаторы выполнены на базе калориферов КСк-4-11 Костромского калориферного завода, смонтированы на всасывающей стороне дымососа.

Результаты рассмотрения позволяют прийти к выводу, что эффект от введения системы глубокого охлаждения дымовых газов будет справедлив и для паровых котлов тоже.

Список источников

1. *Теплотехнические расчеты промышленных печей* [Текст] // М. С. Мострюков. Изд-во «Металлургия», 1972, с. 368.
2. Семенюк Л.Г. Получение конденсата при глубоком охлаждении продуктов сгорания [Текст] / Л.Г. Семенюк // Промышленная теплоэнергетика. 2017. - № 8. - С. 34-37.
3. Климов Г.М. Повышение эффективности использования смеси коксового и доменного газов [Текст] // Промышленная теплоэнергетика. - 1975. - № 8.
4. Экология с выгодой: утилизация тепла дымовых газов [Электронный ресурс] // Инжиниринговая компания полного цикла Первый инженер <https://1-engineer.ru/URL:https://1-engineer.ru/ekologiya-s-vygodoi-utilizaciya-tepla-dymovyh-gazov/> (дата обращения 03.06.2022).
5. Рубина М.А. Об эффективности контактных теплообменников с активной насадкой [Текст] / М.А. Рубина, И.Н. Ильин, П.Я. Попов // Промышленная энергетика. - 2016. - №8. - С 105-111.
6. Беспалов В.В. Технологии глубокой утилизации тепла дымовых газов [Текст] / В.В. Беспалов // Энергетика Татарстана. 2015. №2. 112-117.
7. Беспалов В.В. Повышение эффективности глубокой утилизации тепла дымовых газов ТЭС на природном газе [Текст]: автореф. дисс. к.т.н. / В.В. Беспалов. - Томск: Изд-во ТПУ, 2017. - 78 с.

ВЛИЯНИЕ ОБОГАЩЕННЫХ МОЛОДЫХ ПОЧВ (ТЕХНОЗЕМОВ) ПИТАТЕЛЬНЫМ РАСТВОРОМ НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕЯНЦЕВ ЕЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ

Жарких Елизавета Александровна

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Семина Ирина Сергеевна

zarkihliza@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена изучению влияния технозема, обогащенного питательными растворами, на рост и развитие сеянцев ели обыкновенной в условиях техногенных земель Кемеровской области – Кузбасса. Нарушение естественных ландшафтов и интенсивное загрязнение региона требуют разработки эффективных методов рекультивации. Исследование показало, что использование многократных подкормок питательными растворами значительно улучшает биометрические показатели сеянцев по сравнению с традиционными методами. На основе эксперимента с техноземами экологического полигона установлено, что применение питательных растворов позволяет добиться прироста высоты сеянцев ели на 30 – 50 %. Полученные результаты подтверждают эффективность предложенного мероприятия для биологической рекультивации и предоставляют ценные данные для создания полевого эксперимента в реальных условиях на отвале. Работа имеет важное практическое значение для оптимизации процессов восстановления земель и лесов в регионах с высокой антропогенной нагрузкой, таких как Кемеровская область – Кузбасс.

Ключевые слова: ель обыкновенная, субстрат, питательный раствор, биометрические показатели.

THE EFFECT OF ENRICHED YOUNG SOILS (TECHNOSOILS) WITH NUTRIENT SOLUTIONS ON THE BIOMETRIC PARAMETERS OF COMMON SPRUCE SEEDLINGS

Zharkikh E. A., Siberian State Industrial University

Semina I. S., Siberian State Industrial University

Abstract. The article is devoted to studying the effect of technosoils enriched with nutrient solutions on the growth and development of common spruce seedlings in the technogenic lands of the Kemerovo Region – Kuzbass. The disruption of natural landscapes and intensive pollution in the region necessitate the development of effective reclamation methods. The study demonstrated that the use of multiple nutrient solution feedings significantly improves the biometric parameters of seedlings compared to traditional methods. Based on an experiment conducted with technosoils at an ecological testing site, it was established that the application of nutrient solutions allows for a 30–50% increase in the height of spruce seedlings. The obtained results confirm the effectiveness of the proposed measure for biological reclamation and provide valuable data for creating a field experiment under real conditions on a dump site. The work has significant practical importance for optimizing land and forest restoration processes in regions with high anthropogenic pressure, such as the Kemerovo Region – Kuzbass.

Keywords: Norway spruce, substrate, nutrient solution, biometric parameters.

Введение

Площадь нарушенных земель в Кузбассе, по разным данным ученых достигает более 100 тыс. га. С учетом урбанизированных территорий - 250 тыс. га, общие потери земельного фонда составляют около 15 % всей площади региона, характеризующегося очень высокой плотностью населения (120 чел. на км²) [4].

Нарушение естественных ландшафтов горнодобывающими работами оказывается весьма существенным элементом, определяющим кризисную экологическую ситуацию, усугубляемую интенсивным загрязнением воздуха, почв, поверхностных и грунтовых вод химической и металлургической промышленностью, крупными ТЭЦ [1].

Техногенные породы, образующиеся в результате добычи полезных ископаемых, могут содержать различные химические элементы и соединения, которые могут негативно влиять на рост и развитие растений. Эффективным агротехническим приемом, позволяющим сократить сроки выращивания и улучшить качество посадочного материала, является применение удобрений. Многие авторы, отмечают, что сеянцы хорошо реагируют на удобрения (Кальной, 1973; Кураев, Попова, 1989; Мальцев, Баркова, Сударкина, 1983; Победов, Булавин, Лебедев, 1983).

В настоящее время для различных регионов нашей страны рекомендуется проводить закладку основного удобрения, а в течение вегетационного периода проводить 2 – 3 подкормки азотом, фосфором, калием и микроэлементами (Игаунис, 1974; Мочалов, Мочалова, 1986; Новосельцева, Смирнов, 1983). Для удобрения однолетних сеянцев наиболее перспективны, по мнению Д.В. Огиевского (1980), жидкие подкормки.

В большинстве зарубежных технологий удобрения также вносятся при подкормках (Driessche, 1988; Owston, 1974; Timmus, 1988 и др.) [2].

В связи с этим, изучение влияния питательных растворов на молодые почвы (техноземы), биометрические показатели сеянцев ели обыкновенной и развитие почвопокровных растений в условиях техногенных ландшафтов Кемеровской области – Кузбасса представляет собой актуальную задачу.

Исследования показали, что биометрические показатели сеянцев сосны и ели, выращенные с применением многократных подкормок, превышают показатели сеянцев, получавших минеральное питание 2 раза за сезон. Так, высота посадочного материала в варианте 1 превышает высоту растений из 2 и 3 варианта у сосны на 25%, у ели - на 30-50% [2].

Актуальность статьи обусловлена необходимостью изучения влияния обогащённых молодых почв (техноземов) на рост и развитие сеянцев ели обыкновенной. Это важно для понимания, как использование такого субстрата может сказаться на состоянии саженцев в будущем и какие преимущества или недостатки он имеет по сравнению с естественными или зональными почвами. Исследование биометрических показателей сеянцев, выращенных в обогащённом субстрате, позволяет оценить эффективность и безопасность его использования в растениеводстве.

Цель работы заключается в изучении влияния субстрата техногенных пород с питательным раствором на биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной и разработать рекомендации по оптимизации процесса рекультивации земель в Кузбассе.

Материалы и методы исследования

Для исследования использовали сеянцы ели обыкновенной, выращенные в почве до устойчивого состояния. Ель сибирская (*Pinus obovata* Ledeb.) – представитель таежной зоны, в горно-таежной подзоне моновидовых насаждений не образует, однако распространена повсеместно и активно поселяется на отвалах под покров насаждений. Как и кедр сибирский, требовательна к влаге, однако обладает быстротой роста – в культурах на хорошо дренированных техногенных элювиях не уступает по линейному приросту сосне обыкновенной. Предпочтительна при создании подпокровных лесных культур. В отличие от пихты, сеянцами и молодыми саженцами хорошо адаптируется после пересадки и переносит кратковременную засуху. Однако ель обыкновенная может испытывать трудности с ростом на техногенных землях, которые образуются в результате деятельности человека.

Перед началом эксперимента сеянцы были перемещены в пластиковые стаканчики и установлены в поддоны многофункциональной камеры для выращивания растений «GrowEd Pro» (рис.1).

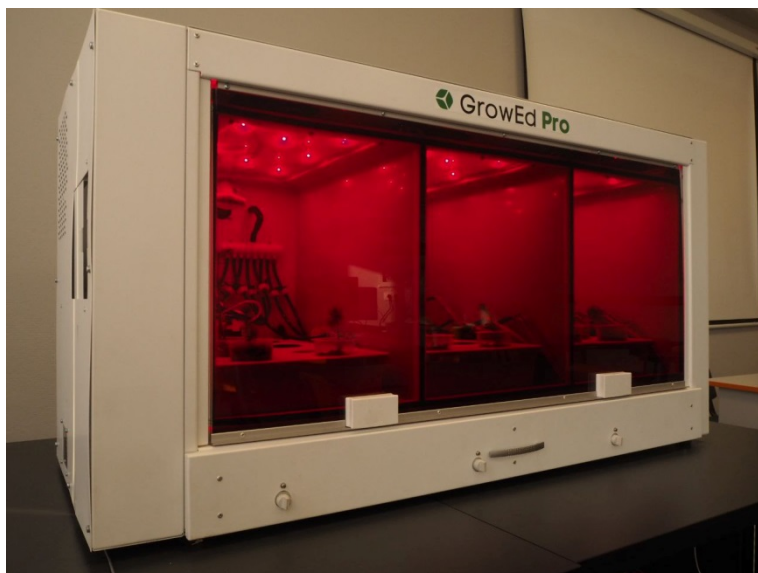


Рисунок 5 – Многофункциональная камера для выращивания растений «GrowEd Pro»

В многофункциональной камере для выращивания растений можно проводить эксперименты, связанные с изучением влияния спектра света и фотопериода, состава субстрата, состава питательных растворов, влияния различных биологически активных веществ на рост и развитие растений. Сеянца распределены на 3 камеры, для сравнения увеличения результата биометрических данных сеянцев. Поддерживаемые условия в камере: температура 20 – 22 оС, влажность воздуха 32 – 36 %, влажность почвенного покрова 80 – 90 %.

В качестве субстрата использовались молодые почвы (техноземы) с экологического полигона АО «Разрез Распадский». Молодые почвы представлены техноземами из суглинков с включением окатанной гальки, в отличие от других почв техногенных ландшафтов, саморазвивающийся профиль которых формируется непосредственно под воздействием почвообразующих процессов, в почвах, сформированных техническими средствами, эти процессы выполняют, прежде всего, профилепреобразующую функцию. В качестве контроля и сравнения биометрических показателей, были взяты зональные почвы. Следует отметить, что растительность в естественных почвах всегда будет отличаться от растительности на техногенных отвалах, однако, оценить уровень состояния исследуемых техноземов, в том числе и их плодородие, мы можем только при сравнении техноземов с естественными почвами, характерными для данной местности.

С целью ускоренного развития растений, а именно ели обыкновенной, на молодых почвах экологического полигона, был внесен питательный раствор, содержащий: элементы питания (азот(N), калий(K₂O), фосфор(P₂O₅), гуматы), микроэлементы в хелатной форме (железо, марганец, медь, цинк, молибден, бор, кобальт), биологически активные вещества (витамины B1, PP, янтарная кислота). Питательный раствор был разбавлен в разном процентном соотношении, удобрение разбавлялось в дистиллированной воде, для более корректного результата. В первом отсеке концентрация составляла – 10 %, во втором – 5 %, в третьем секторе в качестве полива использовалась дистиллированная вода.

Результаты исследования и их обсуждение

Полученные в результате проведенных исследований данные о средних значениях биометрических показателей сеянцев сосны обыкновенной приведены в табл.

Показатели	Секция 1		Секция 2		Секция 3	
	Начальные	Промежуточные	Начальные	Промежуточные	Начальные	Промежуточные
Высота стволика, см	11,7	14,6	7,3	7,5	8,0	2,7
Длина хвойной части, см	3,3	8,8	2,0	2,5	9,5	5,0



а



б

Рис. 2. Сеянцы ели обыкновенной, выращенные в субстрате с 10% питательным раствором, в начале эксперимента (а) и через 2 месяца после посева (б)

Из результатов исследований следует, что в ходе исследования, в секции 1, где концентрация питательного раствора составляла 10 %, прирост ели обыкновенной составил 3 см, а диаметр хвойной части увеличился на 5,5 см (рис.2).

В секции 2, где концентрация питательного раствора была 5 %, значительного изменения биометрических параметров не наблюдалось.

Секция 3 (контрольная), в которой сеянцы были высажены в зональные почвы, показала результаты, сопоставимые с секцией 1. Это говорит о том, что субстрат с питательным раствором значительно увеличивает рост растений, который сравним с приростом от зональных почв (рис.3).



а



б

Рис. 3. Сеянцы ели обыкновенной, выращенные в зональных почвах, в начале эксперимента (а) и через 2 месяца после посева (б)

Полученные результаты свидетельствуют о том, что концентрация питательного раствора оказывает значительное влияние на рост и развитие ели обыкновенной. Увеличение концентрации питательного раствора до 10 % приводит к заметному приросту и увеличению диаметра хвойной части растения. Это может быть связано с тем, что более высокая концентрация питательных веществ способствует более интенсивному росту и развитию корневой системы, а также общему улучшению состояния растения.

Отсутствие значительных изменений в секции с концентрацией питательного раствора 5 % может объясняться недостаточным количеством питательных веществ для обеспечения активного роста и развития ели.

Сравнение результатов контрольной секции и секции с высокой концентрацией питательного раствора позволяет сделать вывод о том, что использование субстрата с питательным раствором может быть эффективным способом стимуляции роста растений в условиях экологического полигона. Однако, для подтверждения этого вывода научные исследования следует продолжить.

Таким образом, результаты исследования подтверждают гипотезу о том, что концентрация питательного раствора влияет на рост ели обыкновенной, и указывают на перспективность использования субстратов с питательными растворами для стимулирования роста и развития растений.

Заключение

В ходе исследования было проведено сравнение различных решений для ускоренного развития растений на молодых почвах (техноземах). Результаты показали, что использование 10 % питательного раствора для полива в секции 1 привело к хорошему развитию саженцев ели обыкновенной с приростом в 3 см. Они развивались не хуже, чем сеянцы в естественных почвах, что подтверждает эффективность данного мероприятия.

Полученные результаты подтверждают эффективность предложенного мероприятия для биологической рекультивации и предоставляют ценные данные для создания полевого эксперимента в реальных условиях на экологическом полигоне.

Таким образом, данное исследование имеет важное практическое значение, так как показатели роста (высота, диаметр, прирост) является индикационными признаками, позволяющими оценить соответствие лесорастительным условиям биологии вида, то есть своим приростом, даёт обобщённую оценку лесорастительных условий [3].

Список источников

1. Андроханов В.А. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка/ В.А. Андроханов, В.Н. Курачев; отв. Ред. А.И. Сысо; Рос.акад.наук, Сиб. отд-ние, Ин-т почвоведения и агрохимии. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. – 224с. + с. цв.вкл.
2. Баранник, Л. П. Эколого-биологические основы лесной рекультивации техногенных земель Кузбасса : Автореферат на соискание доктора биологических наук / Баранник, Л. П. ; Российская академия наук ордена Ленина сибирское отделение центральный сибирский ботанический сад. – Новосибирск, 1992. – 35 с.
3. Лобанова, Е. Н. Улучшение качества сеянцев ели и сосны агротехническими приемами в питомниках центральной части зоны хвойно-широколиственных лесов : специальность 06.03.01 «Лесные культуры, селекция, семеноводство и озеленение городов» : Автореферат на соискание доктора сельскохозяйственных наук / Лобанова, Е. Н. ; Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства. – Москва, 1998. – 22 с.
4. Уфимцев, В. И. Влияние экологических условий на состояние насаждений сосны обыкновенной (*pinus sylvestris* L.) на отвалах Кузбасса : специальность 03.02.08 «Экология (биология)» : Автореферат на соискание кандидата биологических наук / Уфимцев, В. И. ; Институт экологии человека СО РАН (г. Кемерово) в отделе «Кузбасский ботанический сад». — Томск, 2011. — 17 с.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРОДА НОВОКУЗНЕЦКА НА КАЧЕСТВО ВОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕКИ ТОМЬ

Удовицкий Вадим Александрович

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Водолеев Анатолий Сергеевич, д-р с.-х. н.

Vadim-Udovitskiy@yandex.ru

Аннотация. В статье проведена оценка влияния промышленных предприятий Новокузнецка на качество водных ресурсов реки Томь. Определены основные отрасли загрязнения реки Томь, среднегодовые концентрации загрязняющих веществ, воздействие на экосистему и здоровья населения и методы контроля и очистки сточных вод.

Ключевые слова: Промышленные предприятия, загрязнение водных ресурсов, река Томь, сточные воды, методы очистки, экологические последствия, здоровье населения, биологическая очистка, Новокузнецк, мониторинг качества воды.

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF INDUSTRIAL ENTERPRISES OF THE CITY OF NOVOKUZNETSK ON THE QUALITY OF WATER RESOURCES OF THE TOM RIVER

Udovitskiy V. A., Siberian State Industrial University

Vodoleyev A. S., Scientific Director, Doctor of Agricultural Sciences, SibGIU

Abstract. The article assesses the impact of industrial enterprises in Novokuznetsk on the quality of water resources of the Tom River. The main areas of pollution of the Tom River, average annual concentrations of pollutants, impact on the ecosystem and health of the population, and methods of monitoring and cleaning wastewater are determined.

Keywords: Industrial enterprises, water pollution, Tom River, wastewater, treatment methods, environmental impacts, public health, biological treatment, Novokuznetsk, water quality monitoring.

Водные ресурсы играют ключевую роль в поддержании экологического баланса и жизнедеятельности населения, особенно в промышленных регионах, где их качество подвергается постоянным негативным воздействиям. Одной из таких территорий является город Новокузнецк — крупнейший промышленный центр Кемеровской области, на который приходится значительная часть металлургической, угольной и химической промышленности региона. В непосредственной близости к городу протекает река Томь, важная водная артерия, обеспечивающая регион водой для хозяйственно-бытовых, промышленных и сельскохозяйственных нужд. В то же время именно эта река испытывает значительное антропогенное давление, связанное с деятельностью промышленных предприятий [1].

Новокузнецк, основанный как центр металлургической промышленности, с самого начала своего существования развивался благодаря мощной индустриализации. Однако, стремительное развитие промышленности сопровождалось высокими выбросами загрязняющих веществ в окружающую среду, включая водоемы. Сбросы сточных вод с промышленных предприятий Новокузнецка неизменно приводят к загрязнению реки Томь, что оказывает негативное воздействие на экосистему реки и прилегающие территории. Вода в Томи является не только важным природным ресурсом, но и играет ключевую роль в поддержании биоразнообразия региона. Однако с каждым годом качество водных ресурсов ухудшается из-за масштабных промышленных выбросов и недостаточной очистки сточных вод.

Актуальность исследования влияния промышленных предприятий Новокузнецка на водные ресурсы реки Томь определяется тем, что состояние этой реки напрямую влияет на здоровье населения, проживающего вблизи, а также на качество окружающей среды региона. В условиях нарастающего антропогенного давления на природные ресурсы важно понимать масштабы загрязнения, его источники и последствия для экосистемы. Это позволит разрабатывать эффективные меры по охране и восстановлению водных ресурсов, а также по минимизации негативного влияния промышленных выбросов на природу и человека.

Целью данной статьи является комплексная оценка воздействия промышленных предприятий Новокузнецка на водные ресурсы реки Томь, а также выявление ключевых источников загрязнения и их влияния на экосистему реки.

Характеристика реки Томь

Река Томь — одна из крупнейших рек Западной Сибири и важнейшая водная артерия Кемеровской области. Протяжённость реки составляет около 827 км, и она является правым притоком реки Обь. Исток Томи находится на западных склонах Абаканского хребта на территории Красноярского края, а впадает река в Обь неподалёку от города Томска. Томь протекает через несколько административных регионов, включая Кемеровскую и Томскую области, оказывая существенное влияние на социально-экономическое развитие и экосистему данных территорий.

Река отличается сложным гидрологическим режимом, который определяется её протяжённостью и расположением в различных природно-климатических зонах. Верхнее течение реки протекает через горные районы с более чистой и быстрой водой, в то время как в среднем и нижнем течении, особенно на территории Кемеровской области, река течёт по равнинной местности, где она подвергается большему антропогенному воздействию. Крупнейшие города, расположенные на берегах реки, такие как Новокузнецк, Кемерово и Томск, активно используют её водные ресурсы для нужд промышленности, сельского хозяйства и населения [2].

Гидрографические особенности реки Томь заключаются в её значительном половодье, которое начинается в апреле и продолжается до конца июня, когда река наполняется талыми водами. Летне-осенний период характеризуется устойчивым стоком, однако возможны резкие подъемы уровня воды в связи с осадками. Зимой река покрывается льдом, а её уровень значительно падает. Основное питание реки — снежное и дождевое, что обуславливает значительные сезонные колебания водного режима.

Одной из важных характеристик Томи является её многочисленные притоки, среди которых можно выделить реку Мрассу, Кондому, Уньгу, Бериккуль и другие. Они играют важную роль в формировании водного баланса реки, а также в поддержании её экосистемы. В районе Новокузнецка в Томь впадает несколько малых рек и ручьев, которые также подвержены влиянию городской инфраструктуры и промышленности.

Экологическое значение реки Томь трудно переоценить. Она является источником водоснабжения для крупных населённых пунктов, в том числе Новокузнецка, и активно используется в сельском хозяйстве для орошения полей. Кроме того, река является средой обитания многих видов рыб, птиц и водных животных. В верховьях и на участках среднего течения реки ещё сохраняются относительно нетронутые человеком экосистемы, однако на участках ниже по течению, особенно вблизи крупных промышленных центров, река находится под серьёзным антропогенным давлением.

Антропогенная нагрузка на водные ресурсы Томи значительно возрастает на территории Кемеровской области, особенно в районах, прилегающих к Новокузнецку. Этот город, являясь одним из крупнейших центров металлургической, угледобывающей и химической промышленности, оказывает серьёзное воздействие на экологическое состояние реки. Предприятия Новокузнецка сбрасывают в реку значительные объёмы сточных вод, которые содержат различные загрязняющие вещества, такие как тяжелые металлы, нефтепродукты, фенолы и другие токсичные компоненты. Эти выбросы оказывают негативное влияние на качество воды, флору и фауну реки, а также на здоровье местного населения, которое зависит от её водных ресурсов.

Качество воды в реке Томь оценивается как удовлетворительное только на участках в верхнем и среднем течении реки. На участках реки ниже Новокузнецка качество воды резко ухудшается. Здесь наблюдается повышенная концентрация тяжёлых металлов, нефтепродуктов, фенолов и других загрязнителей, которые поступают в реку с промышленными сточными водами. Эти вещества представляют серьёзную угрозу для здоровья местных жителей, особенно тех, кто использует воду для бытовых нужд или занимается рыболовством.

Таким образом, река Томь является важным природным объектом, который играет ключевую роль в экономике и экологии региона. Однако её водные ресурсы подвержены значительному загрязнению в результате деятельности промышленных предприятий, особенно на территории Новокузнецка. Важно принимать меры для мониторинга и улучшения качества воды в реке, чтобы сохранить её экосистему и обеспечить устойчивое использование её ресурсов в будущем.

Промышленные предприятия Новокузнецка

Новокузнецк — один из крупнейших промышленных центров Сибири и всей России, который на протяжении многих десятилетий играет важную роль в экономике региона и страны. Город известен своими металлургическими, угольными и химическими предприятиями, которые обеспечивают продукцией как внутренний, так и мировой рынок. Однако интенсивная индустриальная деятельность города имеет и негативные последствия, особенно в контексте экологической обстановки, включая загрязнение водных ресурсов реки Томь.

Промышленные предприятия Новокузнецка являются основными источниками загрязнения окружающей среды. Это связано как с масштабами их деятельности, так и с особенностями технологий, используемых в

различных производственных процессах. Основными отраслями промышленности в Новокузнецке являются металлургия, угольная промышленность, коксохимия и энергетика, каждая из которых вносит свой вклад в загрязнение водных ресурсов [3].

Металлургическая промышленность

Металлургия — одна из ведущих отраслей экономики Новокузнецка. На территории города действует несколько крупных металлургических заводов, самым значимым из которых является Новокузнецкий металлургический комбинат (НМК). Этот комбинат специализируется на производстве чугуна, стали и других металлургических изделий, которые востребованы в строительстве, машиностроении и других отраслях. Однако металлургическое производство сопровождается значительными выбросами загрязняющих веществ, в том числе в водные ресурсы.

В ходе производства металлургические предприятия сбрасывают сточные воды, содержащие тяжелые металлы, такие как свинец, кадмий, ртуть, а также различные химические соединения, используемые для очистки и обработки металлов. Эти вещества попадают в водные системы города, включая реку Томь, и накапливаются в водоемах, что приводит к загрязнению воды и нарушению экосистемы реки. Несмотря на установку очистных сооружений на крупных заводах, полная очистка сточных вод от всех вредных веществ часто оказывается недостаточно эффективной.

Коксохимическая промышленность

Коксохимические предприятия Новокузнецка, в частности Новокузнецкий коксохимический завод, также оказывают серьёзное воздействие на водные ресурсы реки Томь. Коксохимия связана с переработкой угля для получения кокса, который используется в металлургической промышленности. В процессе коксования угля образуются различные побочные продукты, включая фенолы, бензолы, смолы и аммиак, которые могут попадать в сточные воды и сбрасываться в водные объекты.

Фенолы и бензолы относятся к классу высокотоксичных веществ, которые представляют опасность как для водных экосистем, так и для здоровья человека. При сбросе в водоемы они нарушают биохимический баланс воды, приводят к гибели водных организмов и могут накапливаться в пищевых цепочках, попадая в конечном итоге в организм человека через рыбу и другие продукты. Помимо этого, фенолы оказывают негативное воздействие на качество воды, делая её непригодной для питьевого и хозяйственного использования.

Угольная промышленность

Угольная промышленность является ещё одной важной отраслью экономики Новокузнецка. В городе и его окрестностях функционирует несколько угледобывающих предприятий, таких как ОАО "Южный Кузбасс" и АО "Распадская угольная компания". Добыча угля ведётся как открытым способом (карьеры), так и подземным (шахты). Угольные предприятия оказывают значительное влияние на экологию региона, включая водные ресурсы.

Одной из основных экологических проблем угольной промышленности является загрязнение вод сточными водами, которые содержат минеральные примеси, взвешенные частицы, нефтепродукты и другие загрязнители. В процессе добычи угля в водные объекты попадают токсичные элементы, такие как железо, марганец и алюминий, а также кислые шахтные воды, которые могут оказывать разрушительное воздействие на экосистему реки Томь. Эти воды обладают высокой кислотностью и содержат растворённые металлы, которые нарушают естественный химический состав воды и создают неблагоприятные условия для обитания водных организмов [4].

Помимо этого, угледобывающие предприятия оказывают воздействие на водные ресурсы через изменение гидрологического режима территории. Карьерная добыча угля может приводить к понижению уровня грунтовых вод и изменению русел малых рек, что в конечном итоге влияет на объём воды в Томи и её притоках.

Энергетическая отрасль

Энергетические предприятия Новокузнецка, в том числе теплоэлектростанции, также играют важную роль в загрязнении водных ресурсов. ТЭЦ используют воду для охлаждения, а также сбрасывают в водоёмы тёплые сточные воды, что приводит к термическому загрязнению. Повышение температуры воды в реках вызывает изменения в биологических процессах и может стать причиной гибели чувствительных видов флоры и фауны.

Кроме того, в сточные воды ТЭЦ часто попадают химические вещества, применяемые для очистки котлов и систем охлаждения, такие как фосфаты и сульфаты. Эти вещества способствуют развитию эвтрофикации — избыточному разрастанию водорослей, что приводит к уменьшению содержания кислорода в воде и, как следствие, ухудшению условий жизни для водных организмов.

Характеристика загрязнения поверхностных вод

Наблюдения за загрязнением поверхностных вод в г. Новокузнецке проводятся на реках: Томь в створах: выше города, в черте города и ниже города [5].

Характеристика качества воды в реках г. Новокузнецка – в таблице:

Створ наблюдения	2023 год		2024 год	
	Класс качества	Разряд	Класс качества	Разряд
р. Томь, выше города	2	Вода слабо загрязненная	3 «А»	Вода загрязненная
р. Томь, в черте города	2	Вода слабо загрязненная	3 «А»	Вода загрязненная
р. Томь, ниже города	3 «Б»	Вода очень загрязненная	3 «А»	Вода загрязненная

Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в реке Томь г. Новокузнецка в долях ПДК в таблице:

Определяемые вещества	Выше города		Черта города		Ниже города	
	2023 год	2024 год	2023 год	2024 год	2023 год	2024 год
Кислород растворенный	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Хлориды	0	0	0	0	0	0
Сульфаты	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
ХПК	0,5	0,8	0,7	0,7	0,9	0,8
БПК-5	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6
Азот аммонийный	0,5	0,6	0,4	0,4	1,7	1,4
Азот нитритный	0,6	0,6	0,8	0,5	2,1	1,3
Азот нитратный	0,1	0	0,1	0,1	0,1	0,1
Железо общее растворенное	2,5	3,3	1,8	2,3	2,6	2,3
Медь	0,1	0	0,1	0,7	0,1	0
Цинк	0	0	0	0	0	0
Марганец	1,5	1,1	0,5	1,4	0,9	1,8
Фенолы летучие	1,6	0,8	1,6	0,7	1,4	0,7
Нефтепродукты	0,5	0,4	0,5	0,5	0,7	0,2
Формальдегид	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2

В 2023 году качество воды в р. Томь выше и в черте города характеризовалось как «слабо загрязненная», в 2024 году – характеризуется как «загрязненная». Качество воды ухудшилось. Ниже города - улучшилось, характеризуется как «загрязненная».

Воздействие на экосистему

Загрязнение реки Томь промышленными выбросами Новокузнецка оказывает разрушительное воздействие на её экосистему, вызывая изменения в химическом составе воды, физико-химических условиях обитания организмов и нарушая биологические процессы. Основные загрязняющие вещества — тяжёлые металлы, нефтепродукты, фенолы, органические соединения и взвешенные частицы — накапливаются в воде, донных отложениях и живых организмах, что приводит к серьёзным последствиям для экологии реки [6].

1. Изменение химического состава воды. Загрязняющие вещества, поступающие в реку с промышленных предприятий, изменяют её химический состав, повышая концентрации тяжёлых металлов (свинец, кадмий, ртуть), токсичных органических соединений (фенолы, формальдегиды) и нефтепродуктов. Эти химические элементы оказывают токсическое воздействие на водные организмы, нарушая их жизненные функции. Например, тяжелые металлы могут накапливаться в тканях рыб и других водных животных, вызывая отравление и нарушение репродуктивных процессов.

2. Уменьшение содержания кислорода. Один из наиболее серьёзных эффектов загрязнения воды — снижение содержания растворённого кислорода. Это связано как с химическими процессами, вызванными сбросом сточных вод, так и с эвтрофикацией — избыточным развитием водорослей, стимулированным

поступлением органических загрязнителей и питательных веществ (азота и фосфора). Избыточный рост водорослей приводит к массовому их отмиранию, что вызывает интенсивное разложение органики, требующее кислорода. Это создает дефицит кислорода, что приводит к гибели рыб, ракообразных и других водных организмов, зависящих от кислородного режима.

3. Эвтрофикация. Сброс в реку сточных вод, содержащих азот и фосфор, вызывает процесс эвтрофикации, при котором водоём избыточно обогащается питательными веществами. Это приводит к быстрому и неконтролируемому росту водорослей, которые затем отмирают, разлагаются, и их остатки оседают на дно. В результате этого процесса накапливается органика, которая приводит к заиливанию дна, ухудшению прозрачности воды и нарушению условий для обитания других водных организмов, таких как рыбы и донные беспозвоночные. Эвтрофикация способствует формированию так называемых "мертвых зон", где содержание кислорода слишком низкое для поддержания жизни.

4. Накопление токсичных веществ в донных отложениях. Вследствие сброса промышленных сточных вод, содержащих тяжёлые металлы и другие токсичные вещества, происходит их накопление в донных отложениях реки. Донные осадки действуют как хранилище загрязнителей, которые могут в дальнейшем высвобождаться в воду и оказывать долговременное воздействие на водную среду. Эти вещества могут накапливаться в организмах донных животных, таких как моллюски и ракообразные, а затем передаваться по пищевым цепям, включая рыбу, которая употребляется человеком в пищу.

5. Нарушение биоразнообразия. Загрязнение воды приводит к деградации экосистемы реки и сокращению биоразнообразия. В первую очередь страдают наиболее чувствительные к загрязнению виды, такие как некоторые виды рыб и беспозвоночных. Сокращение численности и разнообразия рыбного населения может иметь далеко идущие последствия для пищевых цепей, так как рыба является важным элементом питания многих хищных видов. Также наблюдаются изменения в составе планктона и других мелких водных организмов, что ведет к дисбалансу в экосистеме.

6. Гибель водной фауны. В высоких концентрациях такие загрязнители, как тяжёлые металлы, фенолы и нефтепродукты, оказывают непосредственное токсическое воздействие на водную фауну, вызывая массовую гибель рыб, амфибий, ракообразных и других организмов. Рыба особенно чувствительна к наличию токсичных веществ в воде, и высокая концентрация загрязнителей может привести к вспышкам массовой гибели рыб на отдельных участках реки.

Воздействие на здоровье населения

Загрязнение водных ресурсов реки Томь оказывает значительное влияние на здоровье жителей Новокузнецка и прилегающих населённых пунктов. Вода, загрязнённая промышленными выбросами, может содержать токсичные вещества, которые представляют прямую угрозу здоровью человека при её использовании в питьевых или бытовых нуждах, а также при употреблении загрязнённых продуктов питания (например, рыбы, выловленной из загрязнённых водоёмов) [7].

1. Токсическое отравление тяжёлыми металлами. Тяжёлые металлы, такие как свинец, кадмий и ртуть, сбрасываемые в реку промышленными предприятиями, представляют серьёзную угрозу для здоровья человека. При употреблении воды или продуктов питания, загрязнённых этими веществами, возможны хронические отравления, которые проявляются в виде заболеваний печени, почек, нервной системы, а также нарушений в работе сердечно-сосудистой системы. Наиболее уязвимы к воздействию тяжёлых металлов дети и беременные женщины, у которых может развиваться анемия, нарушения развития и врождённые патологии.

2. Онкологические заболевания. Множество органических загрязнителей, таких как фенолы, формальдегиды, бензолы и другие химические соединения, являются канцерогенами, которые повышают риск возникновения онкологических заболеваний. Постоянное воздействие этих веществ на организм, особенно при употреблении воды или продуктов питания из загрязнённых водоёмов, может привести к развитию различных видов рака, включая рак желудка, печени, лёгких и кожи.

3. Заболевания желудочно-кишечного тракта. Загрязнение воды патогенными микроорганизмами и химическими веществами может стать причиной развития инфекционных и воспалительных заболеваний желудочно-кишечного тракта. Загрязнённая вода может вызвать острые кишечные инфекции, такие как дизентерия, холера и гастроэнтериты. Хроническое потребление загрязнённой воды может привести к развитию язвы желудка, гастрита и дисбактериоза.

4. Заболевания кожи и слизистых оболочек. Контакт с водой, загрязнённой нефтепродуктами, фенолами и другими химическими веществами, может привести к развитию дерматологических заболеваний. Наиболее часто встречаются аллергические реакции, дерматиты и экземы. Кроме того, химические вещества могут вызывать раздражение слизистых оболочек глаз, рта и носа, что приводит к конъюнктивиту и респираторным заболеваниям.

5. Хронические заболевания дыхательных путей. Вода, загрязнённая промышленными сточными водами, часто содержит взвешенные частицы и летучие химические соединения, которые могут попадать в атмосферу и вызывать заболевания дыхательных путей у населения, проживающего вблизи реки. Вдыхание

загрязнённого воздуха, особенно в периоды жаркой погоды, может приводить к хроническому бронхиту, астме и другим заболеваниям лёгких.

6. Накопление токсинов в продуктах питания. Загрязнённая река Томь является источником воды для орошения полей, а также обиталищем для рыбы, которую местные жители употребляют в пищу. Токсины, такие как тяжёлые металлы и органические загрязнители, накапливаются в растениях и рыбе, что ведет к их попаданию в пищевую цепь. Регулярное потребление таких продуктов может привести к накоплению токсичных веществ в организме человека, вызывая хронические отравления и серьёзные нарушения здоровья.

7. Повышенный риск репродуктивных нарушений. Некоторые химические вещества, содержащиеся в сточных водах промышленных предприятий, обладают способностью нарушать работу эндокринной системы человека. Это может привести к репродуктивным нарушениям, включая бесплодие, выкидыши, а также к врождённым патологиям у детей.

Методы контроля и очистки сточных вод

Контроль и очистка сточных вод от промышленных предприятий — это ключевые меры для предотвращения загрязнения водных ресурсов, таких как река Томь, и минимизации воздействия на окружающую среду и здоровье населения. Существует несколько технологий, применяемых для очистки сточных вод от загрязняющих веществ, включая физические, химические и биологические методы. Важно отметить, что для эффективной очистки сточных вод, сбрасываемых в водоёмы, чаще всего применяют комплексный подход, который включает несколько этапов обработки [8].

1. Механическая очистка. Этот этап включает удаление крупных твёрдых частиц и взвешенных веществ из сточных вод. Для этого используются решётки, сетки, песколовки и отстойники. В ходе механической очистки удаляются грубые примеси, такие как песок, глина, металлические частицы, а также органические и неорганические взвешенные вещества. Хотя механическая очистка не удаляет растворённые загрязнители, она является важным первым этапом подготовки воды к дальнейшим методам обработки.

2. Физико-химическая очистка. После механической обработки сточные воды подвергаются физико-химической очистке, которая включает процессы коагуляции, флокуляции и осаждения. В этих процессах добавляются химические реагенты (коагулянты), такие как соли железа или алюминия, которые способствуют агрегации мельчайших частиц в более крупные флокулы, которые затем оседают на дно или удаляются с помощью фильтров. Физико-химическая очистка также позволяет удалять некоторые растворённые вещества, включая органические соединения и тяжёлые металлы.

3. Химическая очистка. Химическая обработка сточных вод включает использование реагентов для нейтрализации или окисления вредных веществ. Один из наиболее распространённых методов — это хлорирование, которое используется для уничтожения патогенных микроорганизмов и устранения биологической опасности сточных вод. Однако использование хлора должно быть ограничено, так как его избыток может привести к образованию токсичных хлорорганических соединений. В альтернативу хлорированию применяются методы озонирования и ультрафиолетовой обработки, которые также эффективны для обеззараживания воды. Химическая очистка применяется для удаления токсичных веществ, таких как аммиак, сероводород, фенолы и другие органические загрязнители.

4. Биологическая очистка. Биологическая очистка является одним из наиболее экологически безопасных и эффективных методов для удаления органических загрязнителей из сточных вод. Она осуществляется с помощью микроорганизмов, которые разлагают органические вещества в процессе своей жизнедеятельности. Биологическая очистка может происходить как в аэробных условиях (с использованием кислорода), так и в анаэробных условиях (без кислорода). Системы биофильтров, биобассейнов и аэротенков используются для ускорения этого процесса. Данный метод эффективно удаляет органические загрязнители, в том числе нефтепродукты, фенолы и аммиак, а также снижает содержание взвешенных веществ и биогенных элементов.

5. Адсорбция и ионный обмен. Для удаления специфических загрязнителей, таких как тяжёлые металлы, фенолы, нитраты и фосфаты, применяются методы адсорбции и ионного обмена. Адсорбция основана на способности углеродных фильтров или других адсорбентов поглощать загрязнители, тем самым удаляя их из воды. Ионный обмен заключается в замене вредных ионов (например, ионов тяжёлых металлов) на безвредные ионы, такие как ионы натрия или калия, с помощью специальных ионно-обменных смол. Эти методы эффективны для удаления специфических типов загрязнителей, которые не могут быть полностью удалены при помощи других технологий.

6. Мембранные технологии. Мембранные методы очистки включают обратный осмос, ультрафильтрацию и нанофильтрацию. Эти методы позволяют эффективно удалять из воды растворённые соли, микроорганизмы, вирусы, тяжёлые металлы и органические загрязнители. Мембранные технологии всё чаще применяются на предприятиях для очистки как промышленных сточных вод, так и питьевой воды. Обратный осмос, например, широко используется для удаления мелкодисперсных частиц и растворённых веществ, таких как тяжёлые металлы, соли и органические загрязнители. Мембранные методы могут быть достаточно затратными, но они обеспечивают высокую степень очистки воды.

7. Мониторинг и контроль качества воды. Для эффективного управления процессом очистки сточных вод важно регулярно проводить мониторинг их качества. Современные автоматизированные системы позволяют осуществлять постоянный контроль параметров воды, таких как уровень pH, концентрация растворённых веществ, содержание токсичных загрязнителей и кислорода. Автоматизированные системы мониторинга также позволяют оперативно реагировать на отклонения от нормативов и при необходимости корректировать процессы очистки.

8. Утилизация осадков. При очистке сточных вод образуются осадки, которые также нуждаются в правильной утилизации. Часть осадков, образующихся на этапах механической и биологической очистки, может содержать токсичные вещества, которые должны быть обезврежены перед захоронением или утилизацией. Для этого применяются методы сушки, термической обработки или компостирования осадков.

Заключение

Оценка влияния промышленных предприятий Новокузнецка на качество водных ресурсов реки Томь выявляет серьёзные экологические и социальные проблемы. Промышленная деятельность, связанная с металлургией, коксохимией, угледобычей и энергетикой, оказывает сильное давление на водную экосистему, нарушая её баланс и приводя к ухудшению качества воды. Загрязнение тяжёлыми металлами, органическими соединениями, нефтепродуктами и взвешенными частицами негативно влияет на биоразнообразие реки, вызывая гибель водных организмов и снижение численности рыбных популяций.

Экосистема реки Томь испытывает разрушительное воздействие загрязнителей, что проявляется в изменении химического состава воды, снижении содержания кислорода, эвтрофикации и накоплении токсинов в донных отложениях. Это вызывает деградацию экосистемы и сокращение биологического разнообразия. Загрязнённая вода также представляет угрозу для здоровья населения, вызывая риск хронических отравлений, развития онкологических и респираторных заболеваний, инфекций и репродуктивных нарушений.

Для решения экологических проблем, связанных с загрязнением реки Томь, необходимо применять современные методы контроля и очистки сточных вод. Это включает механическую, химическую и биологическую очистку, использование мембранных технологий и системы адсорбции, а также обязательный мониторинг качества воды и утилизацию осадков. Эти меры позволят значительно снизить уровень загрязнения и улучшить состояние водных ресурсов.

В будущем важным направлением будет внедрение инновационных технологий очистки сточных вод и модернизация очистных сооружений на предприятиях Новокузнецка. Не менее важно повышение уровня экологического контроля и усиление природоохранного законодательства. Текущие проблемы требуют комплексного подхода, включающего координацию усилий промышленных предприятий, экологических служб и местных органов власти для обеспечения экологической безопасности и сохранения водных ресурсов региона.

Список источников:

1. Березина, Е. А. Оценка экологического состояния реки Томь на фоне промышленного загрязнения / Е. А. Березина, В. П. Шевченко // *Вестник экологии и природопользования*. — 2020. — № 3. — С. 45–54.
2. Водные ресурсы Кузбасса: современное состояние и перспективы использования / под ред. Н. И. Махова. — Новокузнецк: Изд-во НГТУ, 2018. — 312 с.
3. Григорьев, А. В. Экологическая оценка воздействия промышленных предприятий на водные объекты / А. В. Григорьев // *Экология и промышленность России*. — 2021. — Т. 25, № 2. — С. 22–29.
4. Должанская, А. А. Проблемы охраны водных ресурсов в условиях интенсивного промышленного развития региона: пример реки Томь / А. А. Должанская, О. В. Капустина // *Проблемы охраны окружающей среды*. — 2019. — № 4. — С. 67–73.
5. Доклад Комитета Экологии о состоянии окружающей среды города Новокузнецка.
6. Кравченко, П. В. Влияние металлургических предприятий на водные экосистемы: экологические последствия и методы контроля / П. В. Кравченко // *Водные ресурсы России*. — 2020. — Т. 47, № 1. — С. 88–97.
7. Петрова, Е. И. Экологический мониторинг промышленных сточных вод и методы их очистки / Е. И. Петрова, В. И. Козлов // *Вестник охраны окружающей среды*. — 2021. — № 5. — С. 12–21.
8. Сидорова, Л. В. Воздействие промышленных сточных вод на гидробиологические показатели реки Томь / Л. В. Сидорова, А. С. Новикова // *Экология и безопасность*. — 2019. — № 6. — С. 40–48.

ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ НА ТЭЦ И ВВЕДЕНИЕ ПОНЯТИЯ УГЛЕРОДОЕМКОСТИ

Щеголев Евгений Константинович,

Вишняк Виталий Викторович

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Стерлигов Владислав Викторович д.т.н.

scheqolev1337@gmail.com

Аннотация. Современное энергетическое производство при прочих равных условиях занимает лидирующие позиции по потреблению различных видов топлива. Достаточно важным является возможность оценки количества выделяемого углекислого газа, за выброс которого приходится платить достаточно высокие штрафы.

Ключевые слова: выбросы парниковых газов, повышение эффективности котлов, углеродоемкость.

INVESTIGATION OF GREENHOUSE GAS EMISSIONS AT THERMAL POWER PLANTS AND INTRODUCTION OF THE CONCEPT OF CARBON INTENSITY

Shchegolev E. K., Vishnyak V. V., Siberian State Industrial University

Sterligov V. V., Doctor of Technical Sciences, Siberian State Industrial University

Abstract. Modern energy production, all other things being equal, occupies a leading position in terms of consumption of various types of fuels. It is quite important to be able to estimate the amount of carbon dioxide released, for which you have to pay fairly high fines.

Key words: greenhouse gas emissions, increased boiler efficiency, carbon intensity.

Ввиду того, что Россия является участником парижского соглашения этот вопрос становится актуальным уже сейчас, а значимость этого вопроса в будущем будет определяться огромным количеством факторов, но уверенно можно сказать только то, что штрафы за выбросы CO₂ в атмосферу будут существовать и облагать предприятия, и существует высокая вероятность того что в будущем они будут сильно расти.

Основной целью этой работы является составление методики расчета материальных выбросов CO₂ в окружающую среду с дымовыми газами, исходя из материального баланса предприятия, что даст понимание ситуации, и общую картину что складывается на производстве.

Основные выводы по горению топлива, его составляющих и продуктах горения были сделаны исходя из проведенного расчета горения топлива [1] представленного в таблице:

участвуют в горении						образуются при горении					
			воздух, м ³			продукты сгорания, м ³					
состав	кг	формула горения	O ₂	N ₂	всего	CO ₂	H ₂ O	SO ₂	N ₂	O ₂	всего
C	58,7	C+O ₂ =CO ₂	4,89	5,67*3,76=21,33	605,8	4,89			21,33		650,49
H	4,2	H ₂ +1/2O ₂ =H ₂ O	1,05				2,1				
S	0,3	S+O ₂ =SO ₂	0,009					0,009			
O	9,7		-0,3								
N	1,9	N _{2(r)} =>N _{2(гс)}				15,61			0,06		
W	12					6,145					
A	13,2		0,03								
всего	100	n=1	5,67	21,33	605,8	4,89	2,76	0,009	21,33	—	650,49
м ³		n=1,4	7,94	29,86	846,76	4,89	2,76	0,009	29,92	2,27	892,61
%			21	79	100	12,27	6,92	0,02	75,08	5,69	100

Тогда объемы и массу выделяемого CO₂ можно будет посчитать следующим образом:

Марки энергетических углей существуют трёх видов Т(Тощий), Д(Длиннопламенный), Г(Газовый).[2] В следующей таблице представлены основные характеристики углей из месторождений, разрезов и шахт: 1) разрез «Байдаевский», 2) разрез «Моховский», 3) Караканское месторождение, 4) шахта им. Ярославского, 5) шахта «Бунгурская», 6) разрез «Листвянский», 7) Талдинское месторождение, 8) шахта «Редаково», 9) Ерунаковское месторождение.

Ввиду того, что перепад показаний(рис.1) величины А совсем не большой, то можно сделать вывод о том что при сжигании любого вида твердого топлива выделяется равнозначное кол-во CO₂(A=const), исключением будет только тот случай когда два вида топлива слишком сильно различаются в содержании углерода. (A ≠ const)

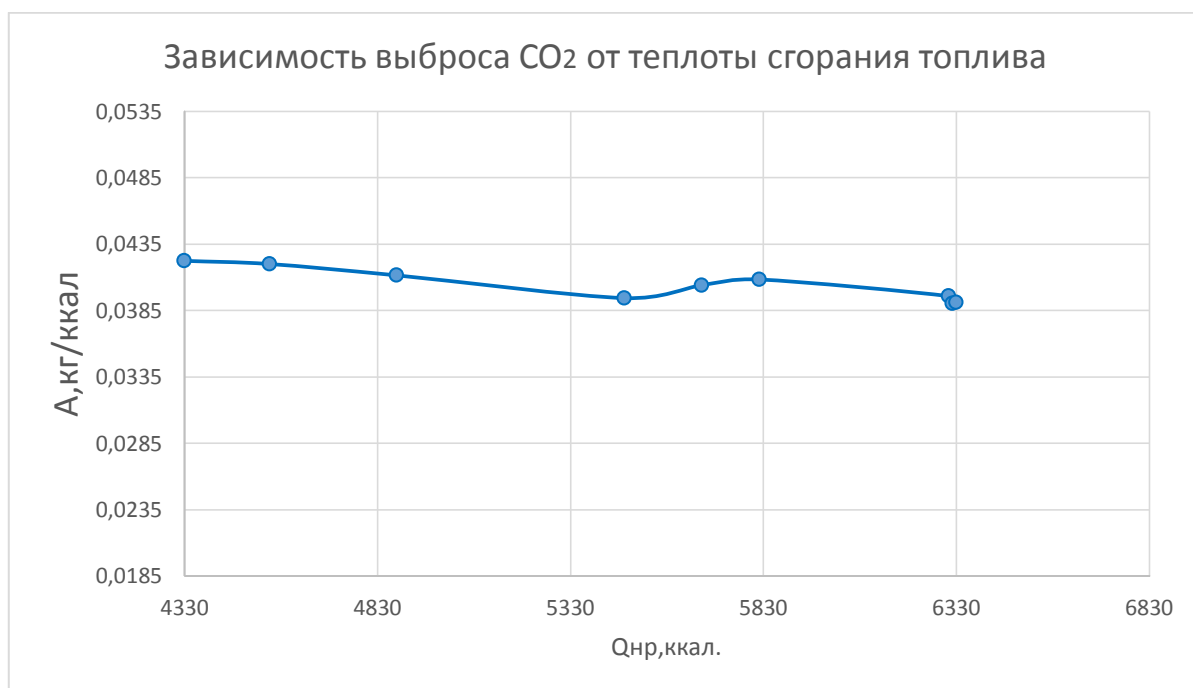


рис.1 Зависимость выброса CO₂ от теплоты сгорания топлива

И тогда, чтобы подсчитать массу потребляемого топлива и выделяемого CO₂ мы можем рассчитать и применить средние значения %C_{ср} и Q_{нр.ср}. представленных в таблице:

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9
%C	50,66	52,08	54,72	58,79	62,44	64,77	68,07	67,21	67,52
Q _{нр} , ккал	4330	4550	4880	5470	5670	5820	6310	6320	6330

Где:

%C- Процентное содержание углерода в угле.

Q_{нр}- Низшая теплота сгорания угля.

тогда %C_{ср} будет = 60,69%

Так же средняя теплота сгорания углей:

тогда Q_{нр.ср} будет = 5520 ккал.

Совершим перевод в килоджоули:

Так как 1ккал = 4.186 кДж то, 5520ккал= 23111,13 кДж

За год в среднем сжигается угля на энергетическую эффективность Е 25.3 млн. ГДж. Это 25.3*10¹² Кдж.

Введу приведения теплоты сгорания к средним характеристике, рассчитаем примерную массу сжигаемого угля по формуле:

$$M_t = E / Q_{\text{нр}} \quad (1)$$

$$\text{Тогда } M_t = 25.3 \cdot 10^{12} / 23111,13 \text{ кДж} = 1094710643,75 \text{ кг} = 1094710.64 \text{ т}$$

Рассчитаем массу выделяемого CO₂:

$$M_{\text{CO}_2} = M_c \cdot 3,67 \quad (2)$$

M_c - масса углерода в топливе

3,67 – это отношение массы углекислого газа к массе углерода. $44/12$

Рассчитаем M_c для нашего количества топлива:

$$M_c = M_t \cdot \%C_{\text{ср}} \quad (3)$$

$$M_c = 664379889,692 \text{ кг}$$

Тогда масса выделяемого CO₂:

$$M_{\text{CO}_2} = M_c \cdot 3,67 \quad (4)$$

$$M_{\text{CO}_2} = 664379889,692 \cdot 3,67 = 2438274195,17 \text{ кг} = 2438274,195 \text{ т}$$

Проведя оценку количества выбросов CO₂ на одном из цехов предприятия, и просчитав материальный баланс можно сделать некоторые выводы. По данным Reuters, в 2021 году стоимость эмиссии CO₂ в Европе достигла €52 за тонну, многие аналитики ожидают ее роста вплоть до 2030 года. [3]

Расчет платы по тарифу за выброс M_{CO_2} в атмосферу:

$$Z = M_{\text{CO}_2} \cdot 52 = 126790258,14 \text{ € или примерно } 10.929 \text{ млрд.руб.}$$

Эти цифры тяжело назвать малозначимыми, и в ближайшее время тренд на “зеленую” энергетику и различные внешние давления будут только повышать тариф на выброс тонны CO₂. Поэтому возникает необходимость в системном анализе выбросов, а также их рационализации и поисках путей их снижения. Исходя из Государственной программы РФ по энергосбережению, мы должны стремиться к снижению выбросов CO₂. [4]

В следствии того что любое топливо, используемое в том или ином производстве будет выделять выше определенное количество CO₂ при горении углерода в нём, единственным и доступным вариантом снижения выбросов будет уменьшение количества используемого топлива, путем повышения эффективности работы агрегата [5] указанными в таблице :

№	Мероприятия	Эк
1	Снижение присосов воздуха по газовому тракту котлоагрегата на 0,1 %	0,5
2	Увеличение коэффициента расхода воздуха в топке на 0,1%	-
3	Установка водяного поверхностного экономайзера за котлом	5-6
4	Применение за котлоагрегатами установок глубокой утилизации тепла, установок использования скрытой теплоты парообразования уходящих дымовых газов (контактный теплообменник)	До 15
5	Применение вакуумного деаэратора	1,0
6	Отклонение содержания CO ₂ в уходящих дымовых газах от оптимального значения на 1 %	
7	Снижение температуры отходящих дымовых газов на 10°C для сухих топлив для влажных топлив	0,6 0,7
8	Повышение температуры питательной воды на входе в барабан котла на 10°C (P=13 ата, и кпд =0,8)	2,0
9	Повышение температуры питательной воды на входе в водяной экономайзер на 10°C	-
10	Подогрев питательной воды в водяном экономайзере на 6°C	1,0
11	Увеличение продувки котла более нормативных значений на 1%	-
12	Установка обдувочного аппарата для очистки наружных поверхностей нагрева	2,0

В виду того, что в данный момент еще не существует нестандартного, не финансового показателя который бы с сразу давал четкое понимание того сколько углерода содержится в том или ином виде топлива, предлагается ввести показатель углеродоемкость. Этот показатель в том или ином виде учитывается при выборе твердого топлива, но так же необходимо учитывать его при выборе газа.

Данный показатель решает основную и самую важную задачу, ведь CO₂ выделяется при сжигании именно углерода, а так же углерод является основным горючим элементом в любом виде органического топлива. При использовании данного показателя появляется прямая возможно прогнозирования выбросов CO₂, а значит станет возможно проработка самых эффективных вариантов по снижению его выбросов.

Контроль по количеству углерода в топливе, ведется только в твердом топливе, в отгрузочный документах достаточно точно указывается содержание углерода в той или иной партии угля. В отношении газового топлива никакой системы контроля нет, хотя она явно необходима для того что бы точно понимать сколько углерода с каким видом газа будет сожжено. Масса углерода на примере часто встречаемого газа CH₄ составляет 75% от массы самого метана:

$$m_c/m_{CH_4} = 12/16 = 0.75$$

Для расчет массы определим плотность метана:

$$\rho = m_{CH_4}/V = 16/22.4 = 0,714$$

И тогда масса углерода сжигаемая с одним м³ метана:

$$M_c = \rho * m_c = 0,714 * 0,75 = 0,535 \text{ кг}$$

И при условии что природный газ идеально чистый, и состоит только из метана то на одну тонну (примерно 1400 м³ газа) сжигаемого СН₄ приходится 750 кг углерода. А при условии, что газа на предприятии сжигается достаточно большое количество, то ведение такого учета крайне важно. По такой системе можно определить массовую долю углерода и в других газах опираясь на их молярный вес и плотность.

Список источников

1. Сполдинг Д.Б. Основы теории горения [Текст]; Книга по Требованию - Москва, 2012. - 523 с.
2. 2.Г.Д. Харлампович, А.А. Кауфман. М.: Металлургия [Текст], 1995 г., 384 с.
3. Кожевников, Г. «Новости экологии» : ЕС вводит углеродный налог. В чем его суть и как он работает [электронный ресурс] / Г. Кожевников. – Текст : электронный // Rambler.ru : [сайт]. – 2021. – 15 июля – URL: <https://finance.rambler.ru/economics/46827367-es-vvodit-uglerodnyy-nalog-v-chem-ego-sut-i-kak-on-rabotaet-novosti-ekologii-1-15-07-2021/> (дата обращения: 28.11.2024).
4. Государственно программа Российской Федерации “энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года утверждена Распоряжением Правительства РФ от 27.12.10 №2446-р [Текст]
5. Жихар, Г. И. Котельные установки ТЭС. Теплотехнические расчеты [Текст] / Г.И. Жихар. - М.: Высшая школа, 2017. - 997 с.

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ВЫБРОСОВ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИЕЙ

Юркова Наталья Андреевна

Акционерное общество «Кузнецкие ферросплавы»

yurkova_na@mail.ru

Аннотация. Для крупных предприятий законодательством установлена обязанность по оснащению источников выбросов системами автоматического контроля. В работе рассматриваются аспекты эксплуатации систем автоматического контроля выбросов в ферросплавном производстве, а также определяется перечень решаемых задач в области промышленной экологии.

Ключевые слова: промышленная экология, системы автоматического контроля, выбросы загрязняющих веществ, экологическая безопасность

AUTOMATIC EMISSION CONTROL SYSTEMS AS AN INDUSTRIAL ENVIRONMENTAL MANAGEMENT TOOL

Yurkova N. A., Kuznetsk Ferroalloys Joint Stock Company

Annotation. For large enterprises, legislation establishes the obligation to equip emission sources with automatic control systems. The paper considers aspects of the operation of automatic emission control systems in ferroalloy production, and also defines a list of tasks to be solved in the field of industrial ecology.

Keywords: industrial ecology, automatic control systems, pollutant emissions, environmental safety

В соответствии с требованиями ч. 9 ст. 67 Федерального закона от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [1], а также ч. 18 ст. 5, ч. 2 ст. 6, ч. 5.1 ст. 11 Федерального закона от 26.07.2019 № 195-ФЗ «О проведении эксперимента по квотированию выбросов загрязняющих веществ и внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ в части снижения загрязнения атмосферного воздуха» [2] для юридических лиц, эксплуатирующих объекты негативного воздействия I категории, установлено требование об оснащении стационарных источников выбросов системами автоматического контроля (далее – САКВ) на основании программы создания системы автоматического контроля.

Одновременно с этим ч. 2 ст. 38 Федерального закона от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [1] установлен запрет на ввод в эксплуатацию объектов капитального строительства, не оснащенных средствами контроля за загрязнением окружающей среды, в том числе САКВ.

С 01.02.2022 г. за нарушение требований по оснащению стационарных источников системами автоматического контроля предусматривается административная ответственность (ст. 8.51 Кодекса об Административных правонарушениях РФ [3]) для юридических лиц:

1) невыполнение или несвоевременное выполнение требований по оснащению САКВ – от 100 до 200 тыс. руб.;

2) оснащение системами автоматического контроля с нарушением установленных требований – от 50 до 100 тыс. руб.

На территориях присутствия АО «Кузнецкие ферросплавы» установлены следующие предельные сроки оснащения САКВ:

– для квотируемых объектов г. Новокузнецка – не позднее 31.12.2025 года;

– для прочих объектов негативного воздействия I категории – не более 4-х лет со дня получения или пересмотра получения комплексного экологического разрешения.

Таким образом, вопрос внедрения и эксплуатации САКВ является актуальным направлением в работе экологических служб крупных промышленных предприятий, в том числе АО «КФ».

В настоящее время на рынке активно представлены производители и компании, предлагающие услуги по реализации проектов оснащения системами автоматического контроля на различных предприятиях, в том числе презентованы сертифицированные образцы серийного производства, что позволяет сократить срок внедрения.

Службой охраны окружающей среды АО «КФ» в 2024 году произведен мониторинг рынка и анализ предлагаемого оборудования.

Исходя из текущих требований нормативно-правовых актов и потребностей АО «КФ» для реализации на источниках выбросов предлагается типовая сертифицированная САКВ, включающая в себя: расходомер, датчик температуры, датчик давления, оптический анализатор пыли и экстрактивный газоанализатор «горячего» типа. Для минимизации простоев системы рекомендуется установить приоритет поверки «на месте», а также компонентов отечественного производства.

Наличие САКВ позволяет каждые 20-30 минут в непрерывном режиме получать результаты инструментальных измерений, что имеет как положительные, так и негативные последствия для природопользователей: усиление контроля и оптимизация технологического процесса против ужесточения контроля со стороны надзорных органов и рисков штрафных санкций при превышении нормативов допустимых выбросов. В краткосрочном периоде прогнозируется скорее отрицательный эффект от внедрения САКВ, тогда как положительный экологический и экономический эффект представляется возможным именно в долгосрочной перспективе.

Ввиду высокой стоимости (40-70 млн. рублей за систему) САКВ целесообразно устанавливать не только для исполнения требований законодательства в области охраны окружающей среды, но и решения технологических вопросов. При наличии технической возможности в перечень контролируемых веществ в автоматическом режиме предлагается дополнительно включать все маркерные вещества, установленные информационно-техническими справочниками по наилучшим доступным технологиям. Для ферросплавного производства маркерными веществами являются оксиды азота, оксид углерода, диоксид серы и взвешенные вещества. Из них к обязательным контролируемым параметрам в соответствии с требованиями Постановления Правительства РФ от 13.03.2019 № 262 [4] относятся только взвешенные вещества и диоксид серы.

Выделение загрязняющих веществ при производстве ферросплавов неравномерно и зависит от стадии и параметров работы руднотермических печей, также оказывает влияние состав шихтовых материалов, их химические характеристики. Текущая система нормирования и производственного экологического контроля основывается на инструментальных измерениях аккредитованной лабораторией, что имеет значительную погрешность в полученных результатах. В случаях наличия нескольких газоходов исследования проводятся последовательно и стадии работы оборудования в момент измерения могут значительно отличаться, таким образом, достоверность полученных результатов уменьшается. Для получения сопоставимых результатов и выявления зависимостей лабораторные исследования необходимо проводить или в одной точке на источнике выбросов (дымовая труба, шахта и т.д.), или одновременно во всех газоходах, отходящих от источника выделения.

Автоматизация процесса проведения инструментальных замеров минимизирует влияние человеческого фактора, а одновременность измерений повышает точность результатов. Однако автоматический контроль и учет исключительно обязательных параметров выбросов не исключает необходимость привлечения лаборатории для контроля оставшихся загрязняющих веществ, при этом полученные результаты не позволят провести полноценный анализ работы технологического оборудования.

Функционирование САКВ на предприятии позволит создать массив информации, которую возможно использовать выявления достоверных закономерностей выделения загрязняющих веществ при работе технологического оборудования. Для полноты данных в массив необходимо включить основные параметры технологии (мощность печи, марка сплава, состав шихты и т.д.).

Выявленные закономерности предлагается использовать для прогнозирования количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ и выбора необходимого режима работы в периоды неблагоприятных метеорологических условий, контрольно-надзорных мероприятий, снижения рисков превышения установленных квот выбросов или технологических нормативов. Значительные отклонения от прогнозируемых количественных характеристик выбросов могут свидетельствовать о нарушениях технологического процесса или работы газоочистного оборудования, что станет одним из факторов для выявления и устранения неполадок, а также впоследствии снижения вероятности аварийных ситуаций и простоев. Своевременное обслуживание и замена рукавных фильтров, быстрое реагирование и скорость устранения нарушений станут критически важными аспектами для снижения рисков.

САКВ – это новый и достаточно перспективный инструмент, позволяющих получать достоверную круглосуточную и круглогодичную информацию о мощности и массе выбросов загрязняющих веществ. Использование результатов функционирования САКВ для определения нормативов допустимых выбросов, технологических нормативов, оптимизации и контроля технологического процесса станет новой реальностью для предприятий.

Список источников

1. *Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 08.08.2024) «Об охране окружающей среды».*
2. *Федеральный закон от 26.07.2019 № 195-ФЗ (ред. от 25.12.2023) «О проведении эксперимента по квотированию выбросов загрязняющих веществ и внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ в части снижения загрязнения атмосферного воздуха».*
3. *«Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях» от 30.12.2001 № 195-ФЗ (ред. от 09.11.2024, с изм. от 12.11.2024) .*
4. *Постановление Правительства РФ от 13.03.2019 № 262 «Об утверждении Правил создания и эксплуатации системы автоматического контроля выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ».*

**СЕКЦИЯ 16. ЦИФРОВИЗАЦИЯ В ОХРАНЕ ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ**

ПРАКТИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА В ОТ, ПБ И ГОЧС

Кочуганов Иван Григорьевич

АО «ЕВРАЗ ЗСМК»

ivan.kochuganov@evraz.com

Аннотация. Данная работа демонстрирует практическое применение существующих инструментов по переводу документации ОТиПБ в электронный вид, что позволяет сократить расходы на бумагу, обработку документов и создать базы данных для аналитики. Применение электронного документооборота позволяет повысить производительность исполнителей и проверяющих, создать прозрачность процессов и безопасность данных.

Ключевые слова: электронный документооборот, охрана труда, информационные системы, аналитика, визуализация, безопасность, отказ от бумаги.

PRACTICAL DEVELOPMENT OF ELECTRONIC DOCUMENT MANAGEMENT IN OCCUPATIONAL SAFETY AND INDUSTRIAL SAFETY, CIVIL DEFENSE AND EMERGENCIES

Kochuganov Ivan Grigorievich, senior manager, JSC EVRAZ ZSMK

Abstract. This work demonstrates the practical application of existing tools for translating occupational safety and industrial safety documentation into electronic form, which reduces the cost of paper, document processing, and creating databases for analytics. The use of electronic document management makes it possible to increase the productivity of performers and inspectors, create transparency of processes and data security.

Keywords: electronic document management, labor protection, information systems, analytics, visualization, safety, paper rejection.

Введение

В современном мире цифровизация и автоматизация процессов становятся все более важными для повышения эффективности и безопасности в различных отраслях, включая охрану труда, промышленную безопасность и гражданскую оборону при чрезвычайных ситуациях. Электронный документооборот (ЭДО) представляет собой технологию, которая позволяет оптимизировать управление документами, повысить контроль и доступность информации, а также улучшить общую производительность организаций. В этой статье мы рассмотрим преимущества и возможности применения электронного документооборота в сфере охраны труда.

Теоретическая Основы

Охрана труда, промышленная безопасность и ГОЧС является важнейшим аспектом деятельности любой организации, эксплуатирующей опасные производственные объекты, поскольку эти области напрямую влияют на безопасность и здоровье сотрудников. Трудовой кодекс Российской Федерации (ТК РФ) регулирует использование электронного документооборота в трудовых отношениях, включая охрану труда, начиная с ноября 2021 года. Однако существуют определенные ограничения на использование ЭДО для определенных документов, таких как акты о несчастных случаях на производстве и подтверждения прохождения инструктажей по охране труда.

Преимущества Электронного Документооборота

1. Повышение Эффективности.

- ✓ Внедрение ЭДО позволяет автоматизировать многие рутинные задачи, связанные с обработкой и хранением документов, что дает возможность сотрудникам сосредоточиться на более важных задачах.
- ✓ Электронный документооборот оптимизирует процессы ознакомления сотрудников с документами, что снижает время, затраченное на поиск и обработку бумажных документов.

2. Улучшение Контроля и Безопасности

- ✓ ЭДО позволяет создать единую базу данных для хранения всех документов, связанных с охраной труда, что упрощает отслеживание выполнения требований и нормативов.
- ✓ Внедрение ЭДО обеспечивает систему прав доступа, что повышает конфиденциальность и защиту документов от несанкционированного доступа.

3. Снижение Рисков и Убытков

✓ Электронный документооборот помогает снизить риски производственных аварий и несчастных случаев за счет оперативного реагирования на нарушения и улучшения отчетности.

✓ Это также снижает финансовые потери, связанные с выплатой компенсаций и возмещением ущерба, а также минимизирует претензии со стороны контролирующих органов.

Верификация документации по ОТиПБ на АО «ЕВРАЗ ЗСМК» для перевода в ЭДО.

Решение по переводу документации принимается после проведения подробного анализа существующего документооборота, состоящего из нескольких этапов:

1. Сбор статистики по существующим документам и процессам:

1.1. Проводится сверка документов с установленными внутренними стандартами и требованиями законодательства;

1.2. Подсчет документов в «полевых» условиях;

1.3. Проведение круглых столов по трудоемким процессам документооборота;

1.4. Получение единичных заказов на перевод документов;

1.5. Разбор процессов с отсутствием в процессе четкой отчетности;

1.6. Рассматриваются документы с длительным сроком согласования;

2. Сведение реестра документации, содержащий разделы

2.1. Наименование документа;

2.2. Количество в год;

2.3. Количество переведенных в ЭДО;

2.4. Факт переведенных в ЭДО (приживаемость);

2.5. Комментарии;

2.6. Раздел аналитики;

2.7. Решение по документу.

3. Анализ реестра документации и разработка мероприятий по следующим факторам:

3.1. Первичный анализ проводился по закону Парето (80/20) – выявлены наиболее объемные и трудоемкие документы, определена возможность и планы по работе с ними;

3.2. Оставшиеся 80% реестра проверили в законодательной части при помощи ИИ с дальнейшей экспертной оценки руководителей ОТиПБ.

4. Создание плана работ по ЭДО с применением различных инструментов:

4.1. Создание новых цифровых проектов;

4.2. Интеграция документа в существующий цифровой продукт;

4.3. Дебюрократизация (отмена документов);

4.4. Организационные и системные решения.

Примеры и методы ЭДО по ОТиПБ на АО «ЕВРАЗ ЗСМК»

1. Перевод документации в существующую систему документооборота (СЭД):

НТД

Инструкции

Инструкции по охране труда ГРА

Инструкции Энергетика

Инструкция по охране труда по комбинату

Инструкция по охране труда по подразделению

Плюсы

✓ Есть возможность подписания документов любой подписью;

✓ Можно формировать новые блоки и дорабатывать старые;

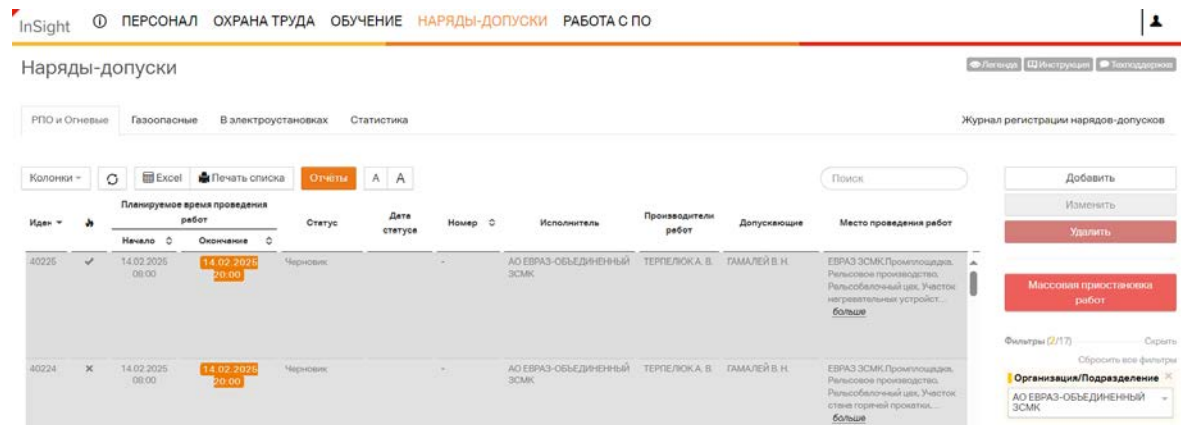
Минусы

× Нужен держатель раздела, т.к. требуется его поддержка;

× Возможность подписания есть ПЭП, УКЭП, УНЭП есть не во всех разделах.

В 2024 году на базе СЭД реализован перевод и подписание в электронном виде заявок, технических заданий и условий экспертиз по промышленной безопасности опасных производственных в электронный вид.

2. Информационная система «ИС ЭНД» предназначена для выдачи нарядов-допусков, автоматической проверки квалификаций и медосмотров сотрудников, выполняющих работы повышенной опасности. Реализованные доработки позволили на базе системы выдавать помимо нарядов-допусков на огневые и работы повышенной опасности еще наряды при работе в электроустановках и на газоопасные работы. На базе системы реализована электронная бесконтактная выдача индивидуальных газоанализаторов работникам, в перспективе выдача газозащитной аппаратуры.



Плюсы

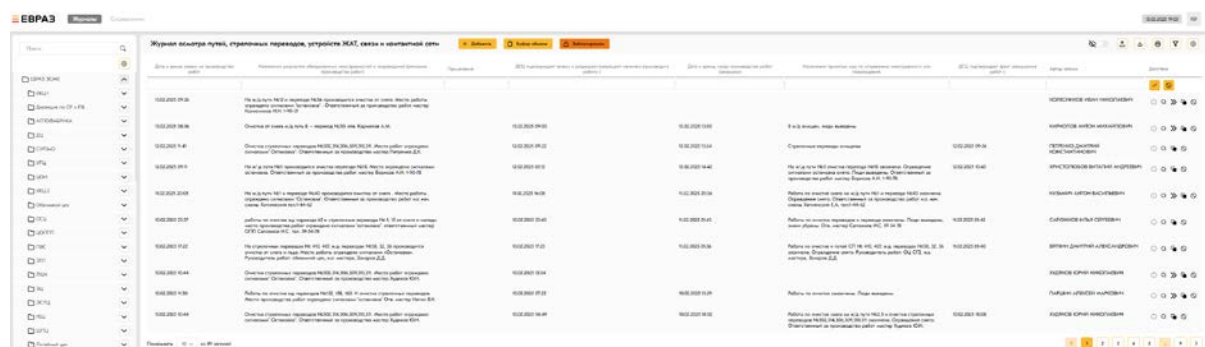
- ✓ Есть мобильное приложение;
- ✓ Документы можно подписывать при помощи пропуска на mobile и ПК;
- ✓ Можно интегрировать различные проекты, связанные с организацией работ по НД

Минусы

- × Очень дорогие доработки

Платформа АС «Электронный журнал» позволяет переводить в электронный вид любые журналы, разграничивать права заполнения. Удаленные записи сохраняются в архиве, что позволяет сделать процесс заполнения журналов прозрачным для контроля и проверок.

Функция копирования записей позволяет в разы ускорить заполнение на часто повторяющиеся записи.



Плюсы

- ✓ Можно создать практически любую форму журнала;
- ✓ Есть возможность подписания документов ПЭП;
- ✓ Сохраняется история даже по удаленным записям;
- ✓ Максимально легко освоить и применять.

Минусы (реализация в IV кв. 2025)

- × Нет web версии или МП (всегда нужен ПК);
- × Не возможности подписания при помощи прикладывания пропуска.

В 2024 году на базе АС «Электронный журнал» переведены следующие журналы по направлению ОТиПБ:

1. Журнал приема и сдачи смены;
2. Журнал противопожарной защиты (12 разделов);
3. Журнал проверок контроля взрывобезопасности;
4. Суточный рапорт ГСС;

5. Журнал осмотра путей, стрелочных переводов, устройств ЖАТ, связи и контактной сети.

Заключение

Применение электронного документооборота в сфере охраны труда, промышленной безопасности и ГОЧС является важным шагом к повышению эффективности и безопасности в организациях. ЭДО позволяет оптимизировать процессы, улучшить контроль и доступность информации, а также снизить риски и убытки. Однако важно учитывать существующие ограничения и нормативные требования при внедрении электронного документооборота в эту сферу.

Список источников

1. ИС «ЭНД» [Электронный ресурс] URL: <https://hse-ewp.sib.evrz.com/evraz>
2. СЭД [Электронный ресурс] URL: <https://sed.evrz.com>
3. АС «Электронный журнал» URL: <https://e-journals.apps.ocpp.sib.evrz.com>

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ ОХРАНЕ ТРУДА В КОМПАНИИ «Т2»

Назарова Екатерина Андреевна

Московский политехнический университет

Научный руководитель: Громова Ольга Борисовна, к.т.н., доцент

nazarovaeka56@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается применение цифровых технологий для обучения охране труда в компании «Т2». В компании внедряются: платформа Moodle, содержащая видео курсы по охране труда, обучающая система «Олимпокс», а также VR-тренажеры – специальные программы, позволяющие посредством виртуальной реальности прорабатывать алгоритмы действий в экстренных ситуациях непосредственно на рабочем месте. Все это позволит не только оптимизировать процесс обучения безопасности, но и повысить качество обучения.

Ключевые слова: цифровизация, охрана труда, обучение, инструктаж, электронная площадка, контрольные листы

DIGITAL TRANSFORMATION OF THE OCCUPATIONAL SAFETY TRAINING PROCESS IN THE T2 COMPANY

Nazarova EA., Moscow Polytechnic University

Gromova O.B., Candidate of Technical Sciences, Moscow Polytechnic University

Abstract. The article discusses the use of digital technologies for occupational safety training at T2. The company is implementing the Moodle platform, which contains video courses on occupational safety, the Olympus training system, and VR simulators – special programs that allow using virtual reality to work out algorithms for actions in emergency situations directly at the workplace. All this will not only optimize the safety training process, but also improve the quality of training.

Key words: digitalization, labor protection, training, briefing, electronic platform, checklists.

Согласно Указу Президента РФ цифровая трансформация является одной из целей развития страны до 2030 года. Охрана труда тоже не может оставаться в стороне. Цифровизация в сфере охраны труда должна включать внедрение цифровых технологий, направленных, прежде всего на повышение безопасности и снижение травматизма. Большую роль в обеспечении безопасности труда и снижении травматизма играет обучение. Внедрение цифровых технологий позволит повысить качество обучения и контроль в сфере охраны труда, прежде всего для компаний, имеющих много подразделений и филиалов, расположенных в различных регионах.

К таким компаниям относится технологическая компания «Т2», занимающаяся строительством, поддержкой и эксплуатацией телекоммуникационных вышек. Филиалы компании расположены во многих крупных и небольших городах России (Москва, Смоленск, Владимир, Кострома, Рязань, Воронеж, Краснодар, Ставрополь, Санкт-Петербург, Челябинск, Екатеринбург, Иркутск, Владивосток и др). В компании и ее филиалах основной персонал – инженеры по строительству телевышек, специалисты по поиску позиций, инженеры по эксплуатации базовых станций и транспортной сети, инженеры-энергетики. Так как их работа связана со многими опасностями: работа на высоте, воздействие электрического тока и т.п., то качественное обучение и проведение инструктажей крайне важно. Однако организовать и проконтролировать этот процесс в компании с множеством филиалов затруднительно.

С целью оптимизации контроля и повышения качества обучения в компании внедряется несколько цифровых продуктов. Так, каждому сотруднику компании при устройстве на работу отдел охраны труда высылает ссылку на общий портал Moodle, воспользоваться ссылкой можно как с телефонного устройства, так и с компьютера. Цифровая платформа Moodle – содержит видео курсы по охране труда и различные инструктажи, с которыми нужно ознакомиться.

Для контроля за процессом ознакомления с инструкциями разработаны QR-коды, которые размещены на контрольных листах. Сотрудник, наведя свой телефон на QR-код, автоматически попадает на файл с инструкцией по данному контрольному листу, а специалист по охране труда фиксирует ознакомление с той или иной инструкцией.

В компании «Т2» внедряется обучающе-контролирующая система «Олимпокс», которая предназначена для автоматизации процессов обучения и проверки знаний в корпоративной Интернет-сети предприятия, а также посредством удаленного доступа через сеть Интернет. Данная система использует все преимущества Интернет-технологий, среди которых — возможность одновременной совместной работы большого числа пользователей, а также проведение обучения и проверки знаний территориально удаленных пользователей. Система рассчитана как на индивидуальное обучение, так и на большие группы, состоящие из тридцати и более человек. Данная платформа сможет облегчить процесс обучения, как для работника, так и для специалиста по охране труда. Работник может зайти в систему и выполнить тестовые задания в любое удобное для него время, а у сотрудника отдела охраны труда всегда есть возможность проверить и проконтролировать процесс обучения.

С приходом цифровизации в сферу охраны труда изменились и методы обучения. На смену большому количеству брошюр и памяток пришли VR-тренажеры – специально разработанные программы, позволяющие посредством виртуальной реальности прорабатывать алгоритмы действий в экстренных ситуациях непосредственно на рабочем месте.

VR-обучение можно использовать в таких направлениях как:

- обучение охране труда безопасным приемам выполнения работ,
- обучение охране труда при выполнении работ повышенной опасности,
- повышение квалификации работника,
- обучение безопасной эксплуатации электроустановок,
- отработка действий в экстренных ситуациях.

Преимущества использования данной технологии:

- лучше усваивается информация в отличие от традиционного бумажного формата;
- создаются реальные опасные ситуации;
- возможно обновление, добавление новых курсов и сюжетных линий, что способствует новых практических навыков;
- так как обновляется не оборудование, а только программное обеспечение, то компании несет больших расходов.

Таким образом, с помощью VR обучения можно отработать безопасные навыки на практике, применяя теорию и знания, которые были получены при изучении лекционного материала, без риска здоровья работника.

Список источников

1. Тимофеев С. С., Тимофеева С. С. *Цифровое будущее охраны труда // XXI век. Техносферная безопасность. 2022. Т. 7. № 1. С. 51–62.*
2. *Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. №197-ФЗ // URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/78f36e7afa535cf23e1e865a0f38cd3d230eecf0/*

ЭФФЕКТИВНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ОБУЧЕНИИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ОХРАНЕ ТРУДА НА ПРИМЕРЕ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ

Спицын Михаил Алексеевич

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Темлянцева Елена Николаевна к.т.н., доцент

mixanika2017@rambler.ru

Аннотация. Данная работа рассматривает эффективное использование VR и AR для оценки профессиональных рисков, что позволяет создать интерактивную и безопасную обучающую среду. Использование этих технологий способствует более глубокому пониманию потенциальных опасностей на рабочем месте, улучшает навыки идентификации и анализа рисков, а также повышает уровень вовлеченности обучаемых.

Ключевые слова: виртуальная реальность, дополненная реальность, охрана труда, профессиональные риски, симуляции, визуализация, безопасность, идентификация рисков, интерактивное обучение

EFFECTIVE USE OF VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY TECHNOLOGIES IN TRAINING OCCUPATIONAL SAFETY SPECIALISTS USING THE EXAMPLE OF ASSESSING PROFESSIONAL RISKS

Spitsyn M.A., Siberian State Industrial University

Temlyantseva E.N., PhD, Associate Professor, Siberian State Industrial University"

Abstract. This paper examines the effective use of VR and AR for occupational risk assessment, allowing for the creation of an interactive and safe learning environment. The use of these technologies contributes to a deeper understanding of potential workplace hazards, improves risk identification and analysis skills, and increases learner engagement.

Keywords: virtual reality, augmented reality, labor protection, professional risks, simulations, visualization, safety, risk identification, interactive training

Использование VR и AR для обучения сотрудников позволяет создать интерактивные симуляции, которые помогают визуализировать потенциальные опасности и развивать навыки безопасного поведения в реальных условиях. Такие технологии не только делают процесс обучения более увлекательным и доступным, но и способствуют лучшему усвоению материала, что в конечном итоге может привести к снижению числа несчастных случаев и травм на производстве. В данном контексте важно рассмотреть, как виртуальная и дополненная реальность могут быть интегрированы в программы обучения по охране труда, а также какие преимущества и вызовы они представляют для организаций и работников.

Дополненная реальность (AR), в отличие от VR, накладывает цифровые элементы на реальный мир, позволяя пользователю видеть и взаимодействовать с виртуальными объектами в контексте своей физической среды. AR использует устройства, такие как смартфоны или специальные очки, и предоставляет информацию в реальном времени, улучшая восприятие действительности.

Обучение по охране труда играет ключевую роль в снижении профессиональных рисков, поскольку оно помогает работникам осознавать потенциальные опасности и развивать навыки безопасного поведения. Эффективное обучение способствует формированию культуры безопасности на рабочем месте и снижению числа несчастных случаев, что особенно важно в высокорисковых отраслях.

Применение виртуальной (VR) и дополненной реальности (AR) в обучении по охране труда значительно повышает эффективность подготовки специалистов. В VR создаются симуляции опасных ситуаций, позволяя работникам безопасно отрабатывать навыки реагирования на чрезвычайные обстоятельства, а также моделирование рабочего процесса, что помогает лучше понять и освоить сложные операции. AR, в свою очередь, предлагает интерактивные инструкции и подсказки, которые направляют работников в реальном времени, улучшая их понимание задач и соблюдение мер безопасности. Кроме того, AR обогащает реальный опыт дополнительной информацией, например, визуальными подсказками или данными о состоянии оборудования, что способствует более осознанному и безопасному выполнению рабочих операций.

Технологии виртуальной (VR) и дополненной реальности (AR) активно внедряются в обучение по охране труда, обеспечивая новые подходы к повышению безопасности и эффективности. VR используется для

создания симуляций опасных ситуаций, позволяя работникам безопасно отрабатывать навыки реагирования на чрезвычайные ситуации и развивать уверенность в своих действиях. Также VR помогает моделировать рабочие процессы, что способствует лучшему пониманию задач и необходимых действий. AR, в свою очередь, предлагает интерактивные инструкции и подсказки в реальном времени, что позволяет работникам следовать пошаговым рекомендациям во время выполнения задач. Кроме того, AR обогащает реальный опыт, предоставляя важные данные о состоянии оборудования и условиях работы, что способствует более безопасному выполнению обязанностей (рис. 1).



Рис. 1 – Тренажеры для внедрения в процесс обучения

Тренажер к программе Б: Оценка рисков на производстве

Этот тренажер предназначен для обучения сотрудников методам оценки рисков на производственных объектах. Он включает в себя интерактивные сценарии, в которых пользователи могут выявлять потенциальные опасности, анализировать их последствия и разрабатывать стратегии минимизации рисков. Тренажер помогает развивать навыки системного мышления и принятия обоснованных решений в условиях реальных производственных ситуаций [1].

Тренажер к программе А: Поиск нарушений охраны труда на складе

Данный тренажер фокусируется на выявлении нарушений правил охраны труда на складе. Пользователи проходят через виртуальный склад, где им необходимо обнаружить и оценить различные нарушения, такие как неправильное хранение грузов, отсутствие средств индивидуальной защиты и несоответствие стандартам безопасности. Тренажер способствует развитию внимательности и критического мышления, а также повышает осведомленность о правилах охраны труда в складских помещениях [1].

В рамках нашей программы по повышению безопасности на производстве и охране труда мы разработали специальные задания для тренажеров. Эти задания помогут участникам более глубоко погрузиться в изучение методов оценки рисков и выявления нарушений охраны труда. Они призваны не только закрепить полученные знания, но и развить практические навыки, необходимые для эффективной работы в реальных условиях. Уверены, что эти задания станут полезным инструментом для каждого участника и помогут повысить уровень безопасности на ваших рабочих местах.

Внедрение и выполнение специальных заданий по охране труда и безопасности на производстве имеет множество преимуществ:

1. Углубленное понимание - задания помогают участникам лучше понять теоретические аспекты охраны труда, а также практические навыки, необходимые для их применения в реальной жизни.
2. Развитие практических навыков - участники получают возможность применять полученные знания на практике, что способствует лучшему запоминанию и освоению материалов.
3. Идентификация рисков - задания направлены на выявление потенциальных рисков и нарушений, что помогает предотвратить несчастные случаи и улучшить общую безопасность на рабочем месте.
4. Стимулирование командной работы - выполнение заданий часто требует совместной работы, что способствует укреплению командного духа и улучшению коммуникации между сотрудниками.
5. Повышение ответственности - участие в таких заданиях формирует у работников чувство ответственности за свою безопасность и безопасность коллег, что является важным аспектом корпоративной культуры.

6. Адаптация к изменениям - задания могут быть адаптированы под изменения в законодательстве или производственных процессах, что позволяет поддерживать актуальность знаний сотрудников.

7. Улучшение нормативной базы - на основе результатов выполнения заданий можно выявить слабые места в текущих практиках охраны труда и внести необходимые изменения в политику компании.

8. Повышение мотивации - интерактивные задания могут сделать процесс обучения более увлекательным и мотивирующим для сотрудников, что способствует их активному участию.

9. Снижение затрат - повышение уровня безопасности может привести к снижению затрат на лечение травм, компенсации и другие расходы, связанные с несчастными случаями на производстве.

10. Создание безопасной рабочей среды - в конечном итоге выполнение таких заданий способствует созданию более безопасной и здоровой рабочей среды для всех сотрудников. Внедрение и выполнение заданий по охране труда — это инвестиция в безопасность, здоровье и благополучие работников, что в свою очередь положительно сказывается на общей эффективности компании.

В заключение можно отметить, что внедрение и выполнение специальных заданий по охране труда и безопасности на производстве являются важным шагом к созданию безопасной и эффективной рабочей среды.

Эти задания не только способствуют углубленному пониманию теоретических аспектов и практических навыков, но и помогают выявить потенциальные риски, улучшить командную работу и повысить ответственность сотрудников за свою безопасность и безопасность коллег.

Интерактивный подход к обучению делает процесс более увлекательным и мотивирующим, что в свою очередь способствует повышению уровня вовлеченности работников.

В результате, компании могут не только снизить затраты на несчастные случаи и травмы, но и создать культуру безопасности, которая станет основой для долгосрочного успеха. Инвестируя в охрану труда, организации обеспечивают не только здоровье своих сотрудников, но и устойчивое развитие бизнеса в целом.

Список источников

1. Тренажер к программе Б: Оценка рисков на производстве / Тренажер к программе А: Поиск нарушений охраны труда на складе [Электронный ресурс] URL: <https://lms.ecostandard.ru/> (дата обращения 10.01.2025)

**СЕКЦИЯ 17. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ**

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕЛЕГРАМ-БОТА ДЛЯ ПАРСИНГА В ИНТЕРНЕТЕ

Афанасьева Алина Александровна

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

Научный руководитель: Пимонов Александр Григорьевич, д.т.н., профессор

afanaseva20003@gmail.com

Аннотация. В работе приведены результаты разработки Телеграм-бота для парсинга в интернете. Рассмотрены преимущества и недостатки при использовании данного инструмента. Проведен анализ эффективности работы на примере конкретной задачи. Представлены ключевые выводы о перспективах использования Телеграм-ботов в качестве инструментов для автоматизации рутинных процессов и повышения продуктивности работы. **Ключевые слова:** парсинг, Телеграм-бот, парсер, автоматизация, сбор данных, систематизация данных.

POSSIBILITIES OF USING TELEGRAM BOT FOR INTERNET PARSING

Afanaseva A.A., Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev

Pimonov A. G., Doctor of Technical Sciences, Professor, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

Abstract. The paper presents the results of developing a telegram bot for parsing the Internet. The advantages and disadvantages of using this tool are considered. An analysis of the bot's performance is conducted using a specific task as an example. Key conclusions are highlighted about the prospects for using telegram bots as tools for automating routine processes and increasing work productivity.

Keywords: parsing, Telegram bot, parser, automation, data collection, data systematization.

С каждым годом объемы доступных онлайн-данных стремительно растут. В связи с этим увеличивается потребность в эффективных методах извлечения ценной информации из различных источников. Парсинг представляет собой автоматизированный процесс сбора и систематизации данных в интернете [1], позволяя пользователям получать нужные сведения с минимальными затратами времени и усилий. Для реализации этого процесса используются специальные программы, известные как парсеры, которые отбирают информацию с веб-сайтов по заранее установленным критериям.

В данной работе проведен анализ результатов разработки и применения Телеграм-бота для парсинга в интернете, исследуются его функциональные возможности, преимущества и недостатки. Боты в кроссплатформенном мессенджере становятся все более популярными инструментами для автоматизации различных задач, включая сбор данных, так как их использование позволяет не только упростить процесс парсинга, но и обеспечить оперативный доступ к собранной информации в удобном формате для пользователей различных уровней подготовки. Поэтому парсер может применяться в любых областях, где требуется проанализировать и систематизировать большой объем данных. Вот несколько примеров:

1. Маркетинг и SEO: парсер позволит сравнить использование ключевых слов на сайтах конкурентов, а также найти упоминания определенных продуктов или услуг для оценки их популярности.
2. Научные исследования: поиск научных статей или публикаций на определенные темы и автоматический сбор цитат и предложений по заданным ключевым словам.
3. Социальные науки: сбор мнений пользователей из форумов или социальных сетей по определенным вопросам.
4. Журналистика: поиск упоминаний о событиях, людях или темах для создания новостных сводок и сбор информации по конкретным запросам для журналистских расследований.
5. Образование: сбор примеров предложений с использованием определенных терминов для учебных целей и поиск упоминаний ключевых понятий в образовательных материалах.
6. Разработка программного обеспечения: поиск и анализ документации на наличие определенных функций или методов.
7. Брендинг и репутационный менеджмент: поиск упоминаний о компании или продукте в интернете.

В начале работы с Телеграм-ботом пользователю представлены две команды: ввод URL веб-сайта, с которого нужно собрать информацию по ключевым словам, и старт. После успешного ввода адреса ресурса, нужно выбрать команду старт, тогда появится меню выбора способа ввода ключевых слов для поиска (рис. 1).



рис. 1 Интерфейс при команде старт

Пользователю нужно выбрать, какой способ ввода ему больше удобен. Он может либо ввести слово вручную и получить результаты по этому запросу, либо загрузить список слов и получить результаты по нескольким запросам одновременно. Для демонстрации работы бота был введен URL веб-сайта со статьей про Россию из энциклопедии [2] и выбран поиск по словам из файла (рис. 2).

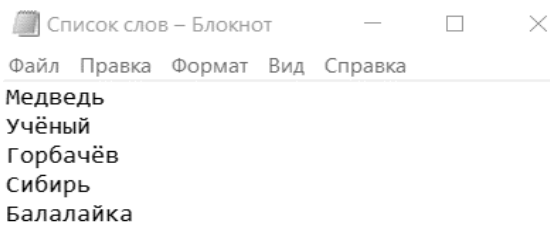


рис. 2 Список слов в файле для поиска

После загрузки файла пользователю выводится содержимое списка с нумерацией слов. Помимо этого, появилось меню, позволяющее редактировать список: добавлять новые и удалять ненужные слова. Также есть возможность после всех манипуляций со списком вывести его содержимое еще раз, и при необходимости бот может отправить отредактированный список файлом (рис. 3).

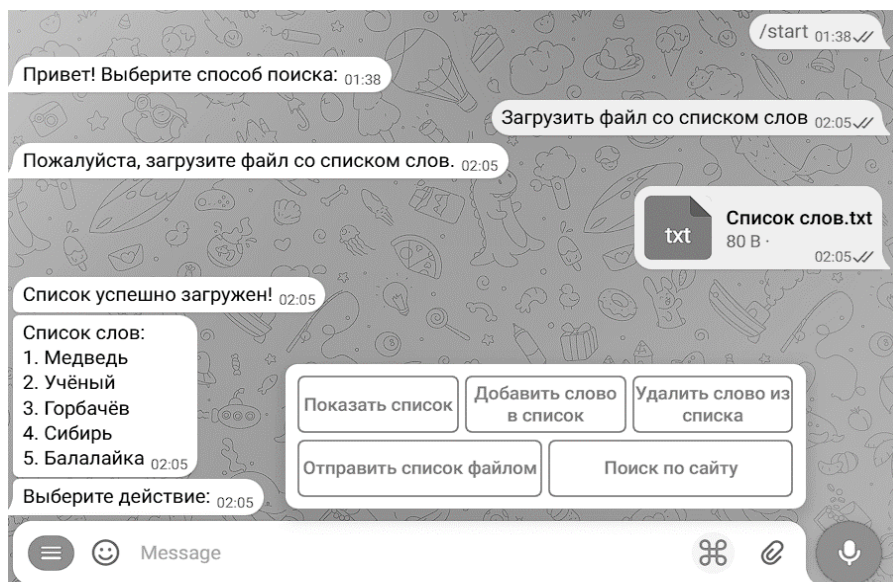


рис. 3 Интерфейс после загрузки файла со словами для поиска

Если воспользоваться основной задачей Телеграм-бота – поиском по сайту, то после окончания поиска по веб-странице отправится файл с результатами (рис. 4).

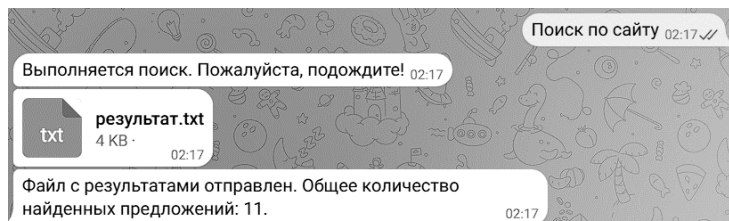


рис. 4 Результаты поиска

Для того, чтобы избежать путаницы с регистрами введенных пользователем слов и всего текста, полученного с веб-страницы, все буквы были преобразованы в нижний регистр. В файле с результатами (рис. 5) введенные слова отображаются в неизменном виде для легкой идентификации пользователем.

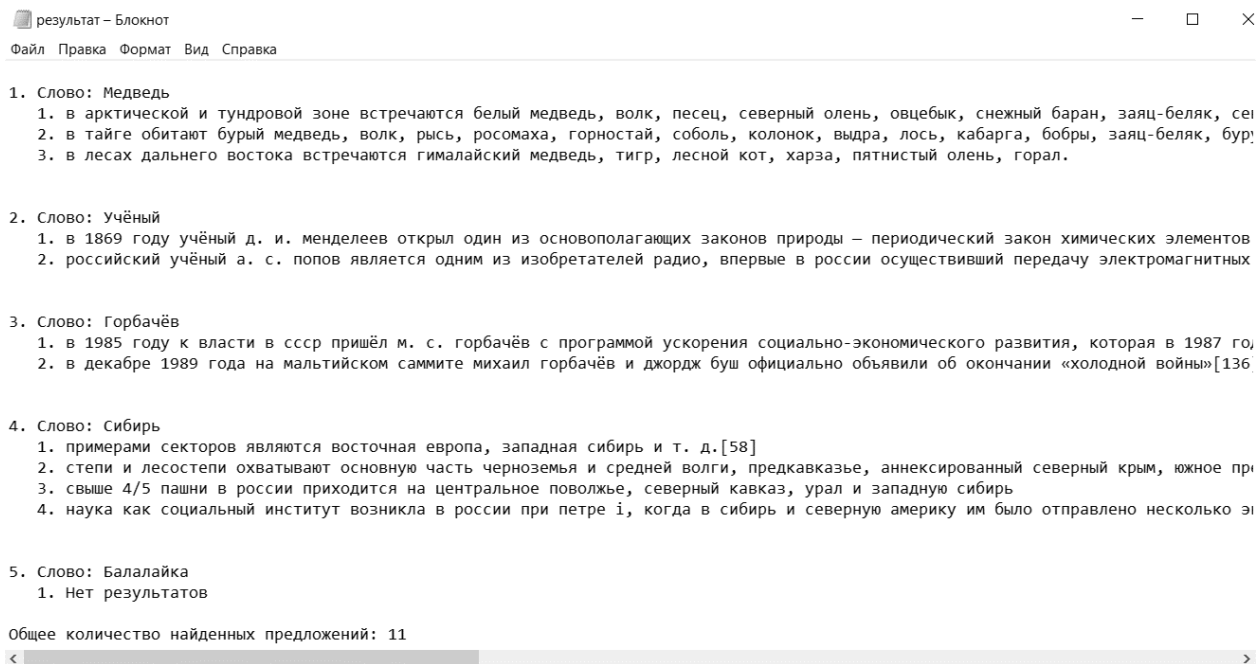


рис. 5 Содержимое файла с результатами поиска

По результатам работы видно, что Телеграм-боту можно загружать списки слов для обработки больших объемов данных, и поиск будет выполнен быстро и эффективно, что значительно экономит время по сравнению с ручным. Помимо этого, бот работает безошибочно и структурированно отображает количество найденных предложений как по каждому слову, так и в общем.

Недостатками парсера являются ограничения в сборе данных, так как некоторые сайты защищены от парсинга, ресурсы распознают запросы парсеров и блокируют их. Также серьезным барьером становится капча [3]. Помимо этого, нельзя оказывать чрезмерное давление на ресурс с помощью такого инструмента и собирать информацию для плагиата.

Таким образом, Телеграм-боты представляют собой мощный инструмент для парсинга, способствуя быстрому доступу к интересующей пользователя информации и упрощая процесс анализа в самых различных областях. Применяя парсеры с соблюдением этических норм, пользователи могут обеспечить прозрачность своих действий и уважение к правам владельцев контента, что важно в условиях современного информационного пространства. В конечном счете, сбалансированный подход к использованию Телеграм-ботов для парсинга обеспечит долгосрочную ценность и приемлемость в обществе.

Список источников

5. Парсинг // Unisder Словарь маркетинголога. – URL: <https://www.unisender.com/ru/glossary/что-такое-парсинг/#anchor-1> (дата обращения: 20.01.2025).
6. Россия // Википедия. [2025]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/?curid=9&oldid=142615025> (дата обращения: 21.01.2025).
7. Парсинг: что это такое // Altcraft. – URL: <https://altcraft.com/ru/glossary/parsing-что-это-такое-i-mogut-li-za-nego-oshtrofovati> (дата обращения: 21.01.2025).

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ СПРАВОЧНИКА ПО ИГРАМ

Батурина Валерия Витальевна,

Чудоимова Екатерина Александровна, Ненашева Кристина Сергеевна
Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Немцев Александр Юльевич.

baturinavaleria809@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается процесс разработки мобильного приложения сборника по играм, ориентированного по уменьшению времени освоения в играх. Описаны основные этапы проектирования и реализации проекта включая выбор целевой аудитории, подбор алгоритмов и методик тренировки мозга. Основное внимание уделяется созданию удобного и привлекательного интерфейса, а также оценке эффективности предложенного продукта.

Ключевые слова: сборник, мобильное приложение, среда разработки фреймворк, игра, язык программирования, информационная система, рекомендации, модуль, графический редактор.

DEVELOPMENT OF A MOBILE GAME REFERENCE APPLICATION

Baturina V. V., Chudoimova E. A., Nenasheva K.S., Siberian State Industrial University

Nemtsev A. Y., Siberian State Industrial University

Abstract. The article discusses the process of developing a mobile game collection application, focused on reducing the learning time in games. The main stages of the project design and implementation are described, including the selection of the target audience, the selection of algorithms and brain training techniques. The main focus is on creating a user-friendly and attractive interface, as well as evaluating the effectiveness of the proposed product.

Keywords: collection, mobile application, development environment, framework, game, programming language, information system, recommendations, module, graphic editor.

Актуальность проекта заключается в том, что у игроков уходит довольно много времени на изучение всех игровых особенностей. Чтобы сократить время на изучение и облегчить игровой процесс можно использовать специальные справочники. Разработка приложения становится все более актуальной. Такое приложение поможет пользователю быстро и удобно находить подсказки и рекомендации к играм.

Основная цель: упрощение процесса и получение дополнительной информации для прохождения игр.

Приложение ориентированно на пользователей нескольких групп:

1. Дети: Дети часто играют в игры, им подсказки будут очень полезны.
2. Подростки: приложение поможет сократить им время на изучение игр.
3. Взрослые: приложение поможет сократить им время на изучение игр.

В ходе работы была разработана система в виде мобильного приложения: Разработка приложения сборника по играм. Применяемое для игроков некоторых компьютерных игр.

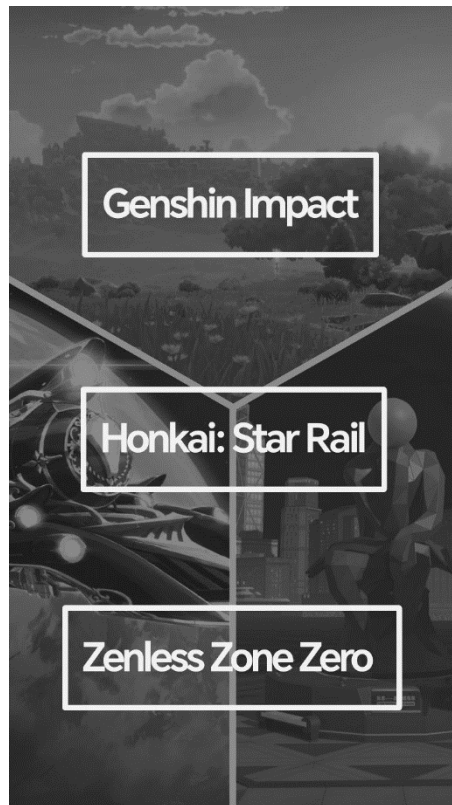


рис.1 — Главный экран приложения.

Дизайн включает в себя элементы игр, подсказки по которым присутствуют в приложении, затемненные цвета, помогающие сосредоточиться на чтении.

Пользователь выбирает необходимую игру из предложенных, а затем область в которой находится искомый объект.



рис 2 — Объекты справочника одной из игр

Пользователь выбирает конкретный объект гайда и может прочитать его описание, рекомендации.

Необходимы регулярные обновления для добавления новых объектов справочника.

Разработка мобильного приложения справочника по играм — очень актуальная задача, способствующая уменьшения количества времени на освоение в играх и облегчающая прохождение. Важно помнить, что основным приоритетом должно оставаться удобство и доступность для всех пользователей.

Список источников:

1. Udemу - Платформа с множеством курсов по C# и Unity. Курс "Complete C# Unity Game Developer 2D". Ссылка: <https://www.udemy.com/>
2. Coursera - Платформа с курсами от университетов и компаний. Курс "Game Design and Development with Unity 2020". Ссылка: <https://www.coursera.org/>
3. Pluralsight - Профессиональная платформа для обучения IT и разработке игр. Курсы по C# и Unity. Ссылка: <https://www.pluralsight.com/>
4. "C# in a Nutshell" (разные авторы) - Полное руководство по языку C#.
5. "Unity in Action: Multiplatform Game Development in C#" (Джозеф Хокинг) - Книга, охватывающая основы разработки игр в Unity.
6. "Game Programming Patterns" (Брэд Стейси) - Книга о паттернах проектирования, применимых в разработке игр.
7. "The Ultimate Guide to Game Development with Unity" - Обзор и руководство по использованию Unity. (2018).
8. "Getting Started with C# for Unity" - Статья о начале работы с C# в Unity. (2017).
9. "Creating Art for Games with Krita" - Обзор использования Krita для создания игрового искусства. (2017)
10. "Exploring the World of Genshin Impact: A Game Analysis" - Анализ игры Genshin Impact и ее механик. (2020). Ссылка: <https://medium.com/>
11. "C# Best Practices for Game Development" - Рекомендации по использованию C# в разработке игр. (2016). Ссылка: <https://www.gamedev.net/>

МОДУЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА НА ОСНОВЕ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ПО ЗАЩИТЕ ИНФОРМАЦИИ С СИСТЕМОЙ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ

Гатауллин Булат Ильнурович,

Гатауллин Булат Ильнурович, Хаерова Эндже Ильдаровна

Казанский национальный исследовательский технический университет

им. А.Н. Туполева-КАИ»

Научный руководитель: Тумбинская Марина Владимировна, к.т.н.

engikhaer@gmail.com

Аннотация. Виртуальный тренажер для практикума "Защита информации" представляет собой инновационное обучающее средство, которое способствует развитию профессиональных навыков за счет практического применения средств защиты информации: восстановления, уничтожения и шифрования данных. Пользователь погружается в виртуальное пространство, где может эксплуатировать специальное ПО и создавать интерактивные симуляции для решения задач в безопасной среде. Это обучающее средство может применяться в лабораторном обучении по направлению "Информационная безопасность" и помощи специалистам в области защиты информации.

Ключевые слова: виртуальный тренажер, средства защиты информации, виртуальное пространство, восстановление данных, шифрование данных, уничтожение данных.

A MODULAR EDUCATIONAL PLATFORM BASED ON VIRTUAL REALITY FOR INFORMATION PROTECTION WITH A SYSTEM FOR PROVIDING FEEDBACK ON LEARNING OUTCOMES

Gataullin B.I., Gataullim B. I., Haerova E.I., Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI

Tumbinskaya M.V., Candidate of Technical Sciences, Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI»

Abstract. The virtual simulator for the Information Security workshop is an innovative training tool that promotes the development of professional skills through the practical application of information security tools: data recovery, destruction and encryption. The user is immersed in a virtual space where he can operate special software and create interactive simulations to solve problems in a secure environment. This training tool can be used in laboratory training in the field of Information Security and assistance to specialists in the field of information security.

Keywords: virtual simulator, information security tools, virtual space, data recovery, data encryption, data destruction.

Современные студенты, особенно обучающиеся по техническим специальностям, ежедневно сталкиваются с огромными объемами информации, хранящейся на различных носителях. Однако, уровень их цифровой грамотности, особенно в аспектах безопасности данных, зачастую оказывается недостаточным. Результаты социологического исследования, проведенного среди 66 студентов технических вузов в возрасте 20-23 лет (60% юношей и 40% девушек) с использованием Google Forms, подтверждают эту тревожную тенденцию. Исследование, целью которого было определение потребности в повышении цифровых компетенций в области безопасного восстановления, гарантированного удаления и шифрования данных, выявило существенные пробелы в знаниях и навыках респондентов. На первом этапе исследования, оценивающего общий уровень цифровой грамотности, лишь 36% респондентов оценили свои навыки как высокие. 27,5% признали наличие базовых навыков работы в цифровой среде, а оставшиеся 32% указали на умение работать с цифровым оборудованием, но без глубокого понимания принципов безопасного обращения с данными. Это свидетельствует о необходимости комплексного повышения уровня цифровой грамотности студентов, выходящего за рамки поверхностного владения гаджетами и программным обеспечением. Второй этап исследования был посвящен оценке актуальности трех ключевых направлений: безопасное восстановление данных, гарантированное удаление данных и шифрование данных на съемных носителях. Результаты показали высокую востребованность этих навыков: 91% респондентов отметили актуальность безопасного восстановления данных, 74% – гарантированного удаления, и 82% – шифрования. Эта актуальность обусловлена, в первую очередь, необходимостью работы с большими объемами информации, часто хранящейся

на внешних жестких дисках, флеш-накопителях и других съемных носителях. Однако, практический опыт подтверждает теоретические опасения. Лишь 47% респондентов заявили о наличии опыта самостоятельного восстановления данных с внешних носителей. Этот показатель резко снижается, когда речь заходит о конфиденциальной информации. Это подчеркивает необходимость не только теоретического обучения, но и практической отработки навыков в безопасной среде. Исходя из результатов исследования, разработка виртуального тренажера, моделирующего процессы безопасного восстановления, гарантированного удаления и шифрования данных, представляется абсолютно необходимой. Такой тренажер позволит студентам отработать необходимые навыки в контролируемой среде, избегая риска повреждения реальных данных и снижая вероятность утечки конфиденциальной информации. Более того, виртуальная среда позволит экспериментировать с различными сценариями, развивая критическое мышление и способность принимать взвешенные решения в ситуациях, связанных с безопасностью данных.

Для эффективного выполнения пользовательских задач важно, чтобы виртуальный тренажер был понятен и прост в использовании, имел понятную структуру и предоставлял необходимую информацию. В виртуальном тренажере должно быть реализовано 2 графических интерфейса с разным назначением: главное окно для управления теоретическим блоком, главное окно для управления блоком тестирования. Для работы с виртуальным тренажером следует использовать следующие клавиши для навигации и перемещения по сцене: клавиша W – клавиша движения вперед; клавиша A – клавиша движения влево; клавиша S – клавиша движения назад; клавиша D – клавиша движения вправо; правая кнопка мыши (ПКМ) позволяет приблизить объект. Также виртуальный тренажер должен обеспечивать при необходимости пользователям возможность уменьшения размера окна программы и выход из приложения посредством нажатия комбинации клавиш «Alt+Tab» или клавиши «Alt+F4», удерживая клавишу «Fn» на клавиатуре. Процесс создания был разбит на три ключевых этапа, каждый из которых требовал решения специфических задач [1]. Первый этап был посвящен созданию основы тренажера – главного экрана обучения. Это ключевой элемент, устанавливающий первый контакт пользователя с системой. Здесь реализован интерфейс, включающий в себя две основные части:

1. Виртуальная доска. Вместо традиционных учебных пособий используется интерактивная виртуальная доска, отображающая теоретический блок. В данном случае, это реализовано в виде набора видеоинструкций, которые можно запускать и просматривать в удобном формате. Выбор видеоинструкций, вероятно, организован по модульному принципу, позволяя пользователю выбирать нужные разделы и проходить обучение последовательно или выборочно, в зависимости от индивидуальных потребностей и уровня подготовки. Это обеспечивает гибкость и адаптивность обучения. На этапе разработки тщательно прорабатывалась навигация по видеоматериалам, чтобы обеспечить интуитивно понятное управление и исключить задержки в обучении.
2. Панель обучения. Рядом с виртуальной доской размещена панель управления, представляющая собой набор интерактивных кнопок. Они обеспечивают навигацию по учебному материалу, позволяют регулировать скорость воспроизведения видео, повторять разделы, переходить к другим модулям и отслеживать прогресс обучения. Дизайн панели был разработан с учетом принципов юзабилити, чтобы обеспечить комфортное и эффективное взаимодействие пользователя с системой. Возможность персонализации процесса обучения, упоминаемая в исходном описании, может подразумевать адаптацию темпа обучения, выбор дополнительных материалов или даже изменение порядка прохождения модулей в зависимости от успеваемости пользователя [2].

Второй этап внес существенное изменение в интерактивность тренажера – была разработана анимация цифрового инструктора, представленного в виде трехмерной модели. Это позволяет сделать процесс обучения более увлекательным и эффективным. Анимация не ограничивается лишь статичным изображением: цифровой инструктор может демонстрировать различные жесты, мимику, а в идеале, даже озвучивать пояснения к видеоинструкциям или отвечать на вопросы пользователя. Разработка 3D-модели и анимации – сложный процесс, требующий привлечения специалистов по 3D-моделированию и анимации, а также выбора подходящего программного обеспечения. Реалистичность и выразительность цифрового инструктора напрямую влияют на вовлеченность пользователя в обучение [3].

Заключительный этап был направлен на создание системы оценки знаний пользователя. Для этого был разработан второй главный экран, включающий в себя: блок тестирования. Этот блок содержит разнообразные типы вопросов: тесты с выбором одного или нескольких вариантов ответа, вопросы с кратким ответом, практические задания. Важно отметить, что типы вопросов и их сложность, вероятно, коррелируют с пройденным материалом, обеспечивая комплексное тестирование знаний. Также была разработана блок-схема по работе с виртуальным тренажером по обработке конфиденциальной информации на физических носителях (рис. 1).

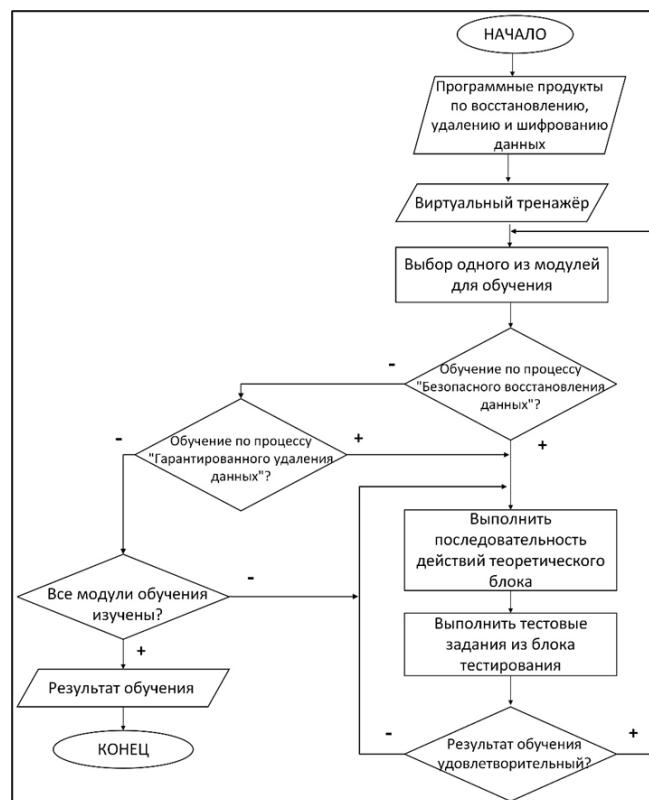


рис.1 Блок-схема по работе с виртуальным тренажёром по обработке конфиденциальной информации на физических носителях

В заключение, разработка виртуального тренажёра – это комплексный процесс, требующий использования различных технологий и привлечения специалистов разных профилей [4]. Использование языка С# в качестве основной платформы разработки обеспечивает высокую производительность и гибкость системы. Поэтапный подход к разработке, сфокусированный на создании функционального и удобного интерфейса, позволяет создать эффективный инструмент для обучения, способствующий повышению уровня знаний и навыков пользователей.

Список источников

1. Хаерова Э.И., Гатауллин Б.И., Тумбинская М.В. Программный модуль для виртуального тренажёра по шифрованию данных на физическом носителе. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2024619421.
2. Хаерова Э.И., Гатауллин Б.И., Тумбинская М.В. Виртуальный программный комплекс по обработке конфиденциальной информации на физических носителях. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2024612628;
3. Akins, J. L., Lamm, A. J., Telg, R., Abrams, K., Meyers, C., & Raulerson, B. (2019). Seeking and engaging: Case study integration to enhance critical thinking about agricultural issues. *Journal of Agricultural Education*, 60(3), 97–108. <https://doi.org/10.5032/jae.2019.03097> (дата обращения: 07.04.2024);
4. К. Serebrennikova Unity против Unreal Engine: что лучше для визуальных эффектов в реальном времени – Текст: электронный // Онлайн-программа Rebelway: [сайт]. – URL: <https://www.rebelway.net/unity-vs-unreal-engine/> (дата обращения 05.04.2024);

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ РОЕВОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ОСНОВЕ КОМПОЗИЦИИ КЛЕТОЧНОГО АВТОМАТА

Глухов Андрей Андреевич

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Немцев Александр Юльевич.

andreyshiso2010@gmail.com

Аннотация. В статье представлена разработка автоматизированной операционной системы с применением роевого интеллекта, основанной на композиции клеточного автомата. Ключевым аспектом является интеграция методов роевого интеллекта для оптимизации процессов управления и адаптации системы к динамическим условиям. Разработанный программный комплекс позволяет моделировать взаимодействие клеточных автоматов в контексте коллективного поведения объектов. На основе проведенных экспериментальных исследований и численного моделирования можно заключить, что роевой интеллект, в сочетании с концепцией клеточного автомата, открывает новые перспективы для создания эффективных и устойчивых автоматизированных систем.

Ключевые слова: Автоматизированная операционная система, роевой интеллект, клеточный автомат, композиция, алгоритм, коллективное поведение, динамические условия.

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED OPERATING SYSTEM USING SWARM INTELLIGENCE BASED ON THE COMPOSITION OF A CELLULAR AUTOMATA

Glukhov A. A., Siberian State Industrial University

Nemtsev A. Y., Siberian State Industrial University

Abstract. The article presents the development of an automated operating system using swarm intelligence based on the composition of a cellular automaton. The key aspect is the integration of swarm intelligence methods to optimize control processes and adapt the system to dynamic conditions. The developed software package makes it possible to simulate the interaction of cellular automata in the context of the collective behavior of objects. Based on the conducted experimental studies and numerical modeling, it can be concluded that swarm intelligence, combined with the concept of a cellular automaton, opens up new prospects for creating efficient and sustainable automated systems.

Keywords: Automated operating system, swarm intelligence, cellular automaton, composition, algorithm, collective behavior, dynamic conditions.

В процессе разработки автоматизированной операционной системы с применением роевого интеллекта возникает необходимость решения сложных задач управления в динамичных условиях. Современные технологии, обладающие высокой степенью параллелизма, открывают новые горизонты для применения роевого интеллекта в контексте автоматизации. В данной работе предлагается использовать концепцию клеточного автомата (КА) для реализации системы, способной адаптироваться к изменяющимся условиям среды.

Роевой интеллект, основанный на принципах коллективного поведения агентов, предоставляет возможности для эффективной обработки данных и оптимизации процессов. Важным аспектом является интеграция роевых алгоритмов в структуру клеточного автомата, что позволяет создать гибкую систему, способную обучаться на основе полученных данных.

Клеточный автомат, состоящий из набора элементов, которые изменяют свои состояния на основе взаимодействия с соседями, служит основой для моделирования динамических процессов управления. Концепция КА, обладающего мелкозернистым параллелизмом, позволяет эффективно масштабировать решение задач и обрабатывать сложные граничные условия.

Таким образом, разработка автоматизированной операционной системы с использованием роевого интеллекта и клеточных автоматов открывает новые перспективы в области автоматизации, позволяя создавать адаптивные, устойчивые и эффективные решения для решения практических задач.

Клеточные автоматы:

- Любая клетка имеет внутреннее состояние, причем дискретное и конечное состояния входят во множество возможных состояний.
 - В дискретные моменты времени параллельно (одновременно) происходит обновление состояний клеток.
 - Правила обновления состояний клеток однородны.
 - Изменение состояний клеток детерминировано (однозначно).
- Алгоритм работы роевого интеллекта представлен на рисунке 1.

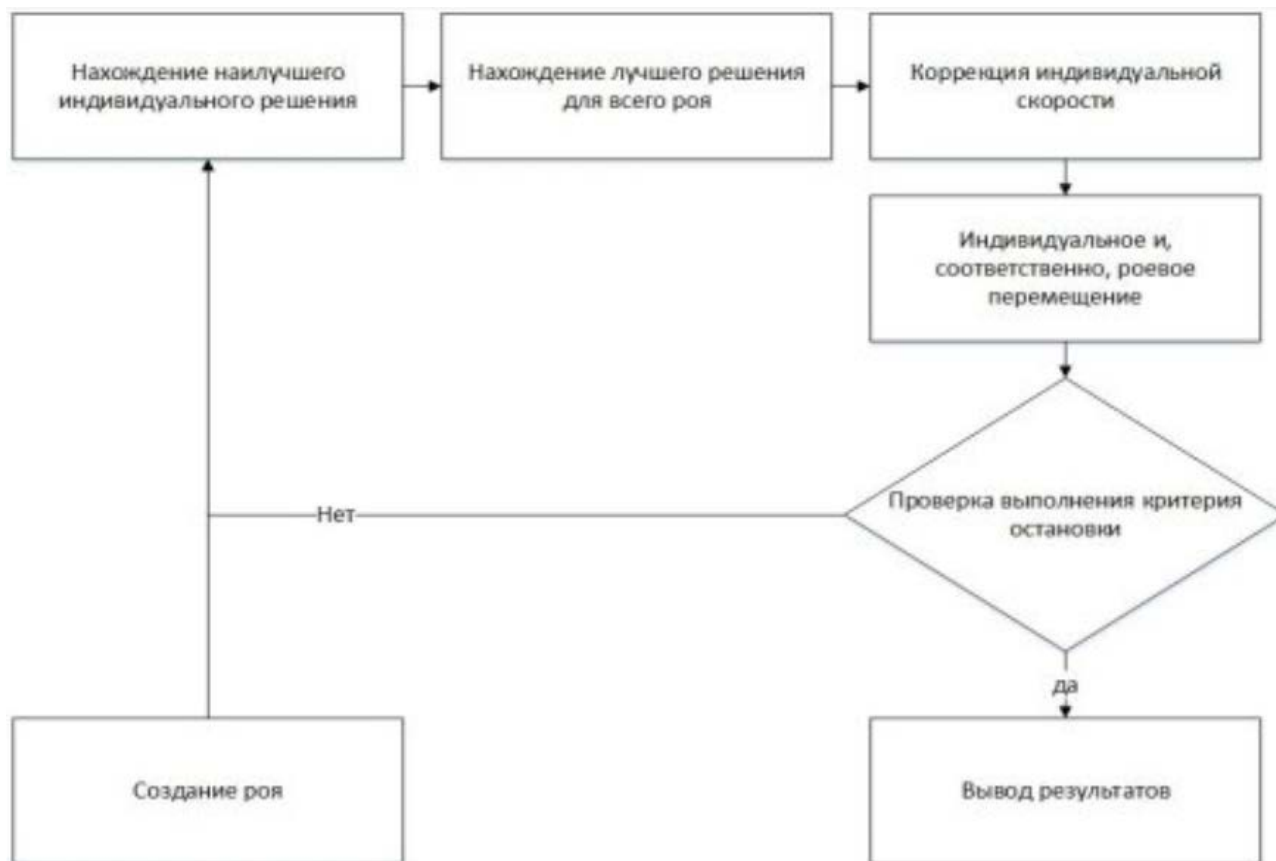


рис.1 – Алгоритм работы.

На рисунках 2 – 4 представлен алгоритм работы роевого интеллекта на основе взаимодействия дронов.

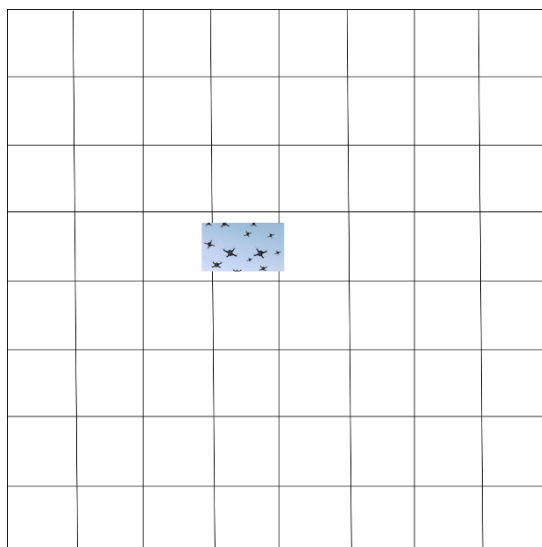


рис.2 – Взлет дронов из одного места.

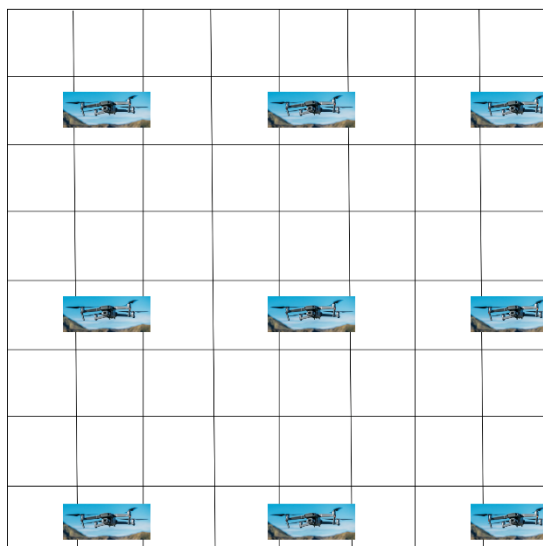


рис.3 – Распределение дронов на местности.

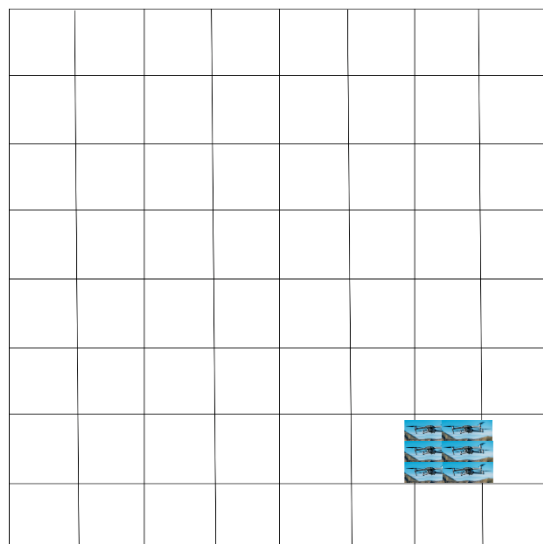


рис.4 – Место сбора дронов.

Роевой интеллект позволяет дронам кооперироваться. Дроны взлетают из одной точки, затем распределяются на местности на одинаковом расстоянии друг от друга. Из – за того, что управление происходит сразу несколькими дронами – это позволяет ускорить исследование местности или выполнение других заданий.

Заключение:

1. Была разработана автоматизированная операционная система, использующая принципы роевого интеллекта на основе композиции клеточного автомата. Данная система позволяет эффективно моделировать и управлять распределенными задачами в реальном времени.

2. На основе проведенных численных экспериментов можно сделать вывод, что применение роевого интеллекта в сочетании с клеточными автоматами открывает новые горизонты для оптимизации процессов и повышения устойчивости системы. Исследования показали, что такая комбинация позволяет эффективно адаптироваться к изменяющимся условиям и обеспечивать гибкое реагирование на внешние воздействия.

3. Дальнейшее развитие данной системы возможно связать с интеграцией дополнительных алгоритмов обучения и самоорганизации, а также с переходом от двумерной модели к трехмерной, что позволит еще больше повысить эффективность и масштабируемость автоматизированной операционной системы.

Список источников

1. Водозаский И. А. Роевой интеллект и его наиболее распространенные методы реализации / Водозаский И. А., Егоров А. С., Краснов А. В. // Молодой ученый. – 2017 – №4. – С. 147–153.
2. Малинецкий Г.Г., Степанцов М.Е. Клеточные автоматы для расчета некоторых газодинамических процессов // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. — 1996. — Т. 36. — № 5. — С. 137–145.

- 3.Ершов Н.М., Кравчук А.В. Дискретное моделирование с помощью стохастических клеточных автоматов // Вестник Российского университета дружбы народов: Серия Математика, информатика, физика. 2015 № 2С. 359 - 362.
- 4.Sabu m Thampi SWARM INTELLIGENCE // arxiv.org.
- 5.Феллер В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения. / Том 1. — М.: Мир, 1984. — 128 с.
- 6.Минский М. Вычисления и автоматы. М.: Мир, 1971.
- 7.Тоффоли, Т. Машины клеточных автоматов: Пер. с англ. / Т. Тоффоли, Н. Марголус. — М. Мир, 1991. — 280 с.
- 8.Мухамеджанов, Д. Д. Генератор псевдослучайных чисел на основе клеточных автоматов / Д. Д. Мухамеджанов, А. Б. Левина // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. — 2018. — Т. 18, № 5. — С. 894–900.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ КАТАЛОГИЗИРОВАНИЯ СТУДЕНЧЕСКИХ ОБЩЕСТВ СИБГИУ

*Дорохов Леонид Игоревич,
Есаревская Александра Михайловна*

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Немцев Александр Юльевич.

foxleolen03@yandex.ru

Аннотация. Студенческие сообщества являются ключевой составляющей в социализации среди студентов в ВУЗе, где студенты могут найти себе друзей по интересу, а также самореализоваться среди всего общества. Но на практике все же мы замечаем проблемы студентов в нахождении себе студенческого отряда, не всегда подходящую по предпочитаемым параметрам. Это является главной проблемой студентов в ВУЗе и препятствует ему социализации. Наш проект занимается решением подобных проблем, чтобы избавить студентов от вышеперечисленных проблем.

Ключевые слова: студенческие сообщества, система, общество, социализация, интересы, нахождение товарищей, нахождение друзей.

DEVELOPMENT OF THE INFORMATION SYSTEM OF STUDENT COMMUNITY CATALOG

Dorokhov L.I., Yesarevskaya A.M., Siberian State Industrial University

Nemtsev A. Y., Siberian State Industrial University

Abstract. Student communities are the key to socializing among most of the students, where they can find friends by themselves by interests, also to self-realize among all the community. But in practice, we find the problems of students in searching for a suitable student community by the accusing parameters. This is the main problem of students in university and interrupts them socializing. Our project's goal is to solve these problems mentioned above, to make students get rid of these problems.

Keywords: student communities, system, community, socialization, interests, finding a friend.

Актуальность:

1. Помощь в самоопределении себя, среди обществ в ВУЗе. Помочь студенту найти подходящее сообщество, по соответствующим параметрам.
2. Решение проблемы с нахождением сообществ. Расположить реестр всех студенческих сообществ в ВУЗе в единой системе.
3. Систематизировать обратную связь и предложения. Реализовать систему с 5-бальной системой, с описанием, что бы студент изменил в сообществе.
4. Помощь в продвижении другие студенческих сообществ. Настроить рекомендательную систему для пользователя, которое могло бы предложить кроме ему предпочитаемых и другие сообщества.

Описание: Студент, помимо его учебы и осуществления целей в карьере и в жизни, иногда у него существуют востребованные нужны в нахождении друзей и творчества. Но иногда, ему это не всегда удается сделать подобное, поскольку хоть и есть возможность найти сообщества по сети Интернет, в социальных сетях, где упоминаются студенческие сообщества, необходимо упорядоченное решение в поиске тех сообществ.

Студенческая организация — это зарегистрированное в университете объединение студентов, которое самостоятельно и регулярно осуществляет внеучебную деятельность. Это могут быть клубы по интересам, танцевальные или спортивные команды, студенческие СМИ, event-организации, студенческие отряды, научные кружки, творческие студии и другие типы студенческого общества.

Студенческие сообщества играют важную роль в формировании навыков, обмене опытом и социальной интеграции студентов. Однако, несмотря на значимость таких сообществ, студенты часто сталкиваются с проблемой поиска актуальной информации о студенческих обществах, их деятельности, условиях вступления и возможностях для развития. Это связано с отсутствием централизованного и удобного ресурса, где можно было бы найти полную и актуальную информацию о всех студенческих объединениях университета.

Система будет включать в себя функции регистрации студенческих обществ, каталогизирования данных о них, а также механизмы поиска и фильтрации информации. Внедрение такой системы должно

сократить время на поиск необходимых данных и увеличить вовлеченность студентов в деятельность сообществ [1].

Область применения распространяется на автоматизацию и оптимизацию управления студенческими сообществами в образовательных учреждениях.



рис. 1 – Область применения автоматизации каталога студенческих сообществ.

Здесь мы видим, что автоматизация распространяется на различные области в Университете:

- Администрация
- Образовательные учреждения
- Компании
- Студотряды
- Студенты

Таким образом, система сообщает различные отрасли в Университете с различными компаниями – его сотрудниками.

Данный проект был основан на системе Directus, основанный на СУБД sqlite3, а также Remix – визуальной части проекта, являющийся популярным фреймворком для создания веб-сайтов на основе React.

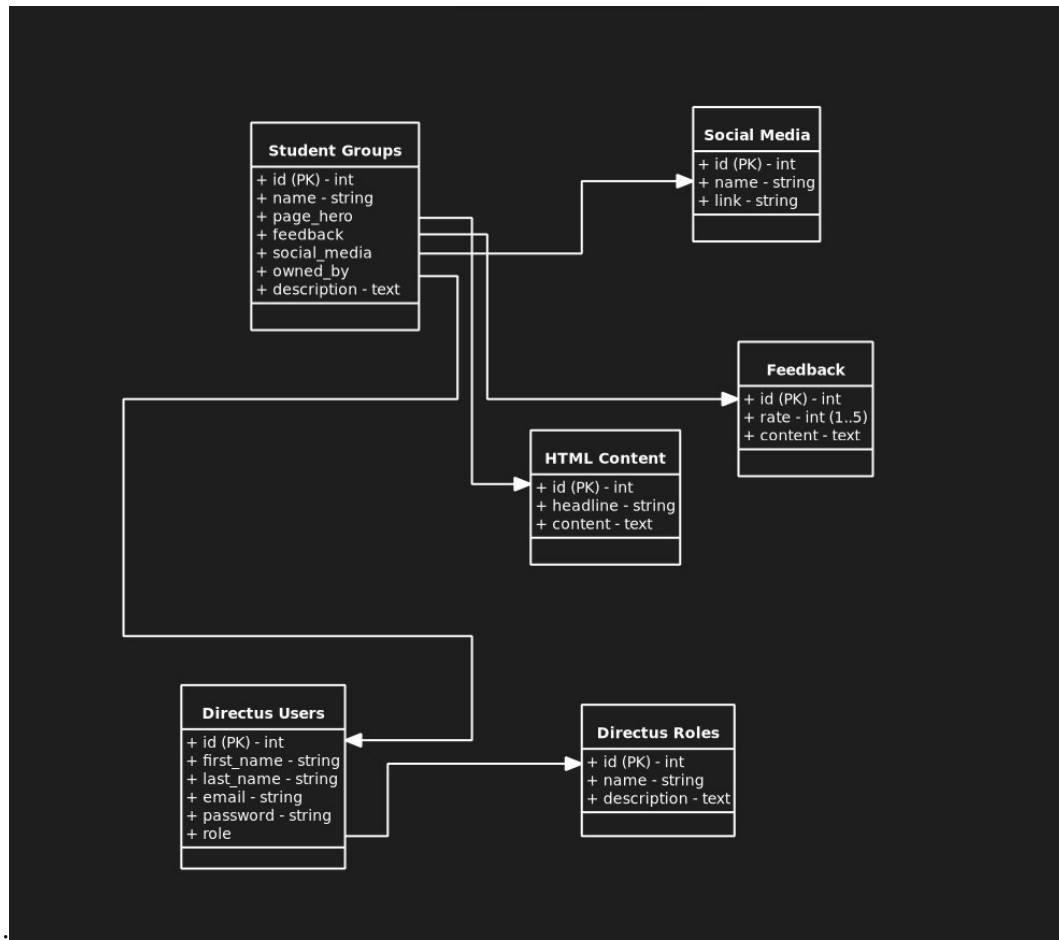


рис. 2 – Соответствующая схема базы данных

Как мы здесь видим, это схема, на основе чего были основаны модели (схемы) в системе Directus, на основе чего был основан интерфейс пользователя и приложение. По соответствующим моделям были основаны соответствующие функции по созданию/удалению отрядов, а также элементов с других таблиц.

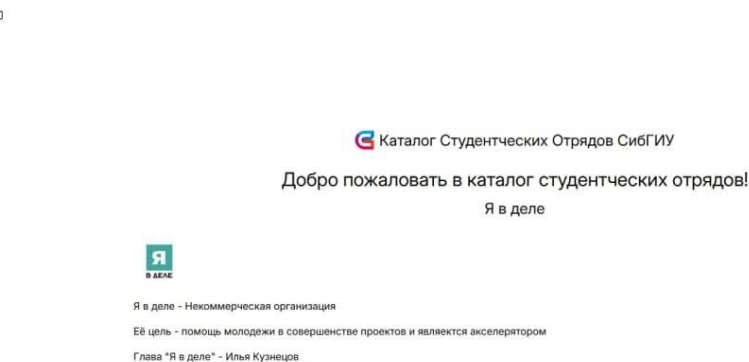
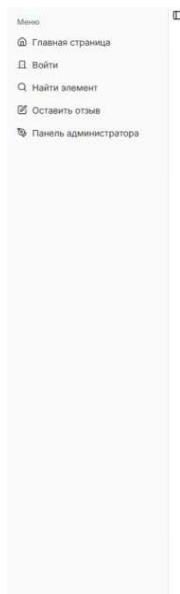


рис. 3 – Визуальная часть проекта (вебсайт)

Здесь была представлена визуальная часть, где мы замечаем, представлена левая часть (меню) и правая часть (прокручиваемая). Правая часть будет меняться в соответствии с текущим действием (оставить отзыв о сообществе, посмотреть свой профиль и т.д.)

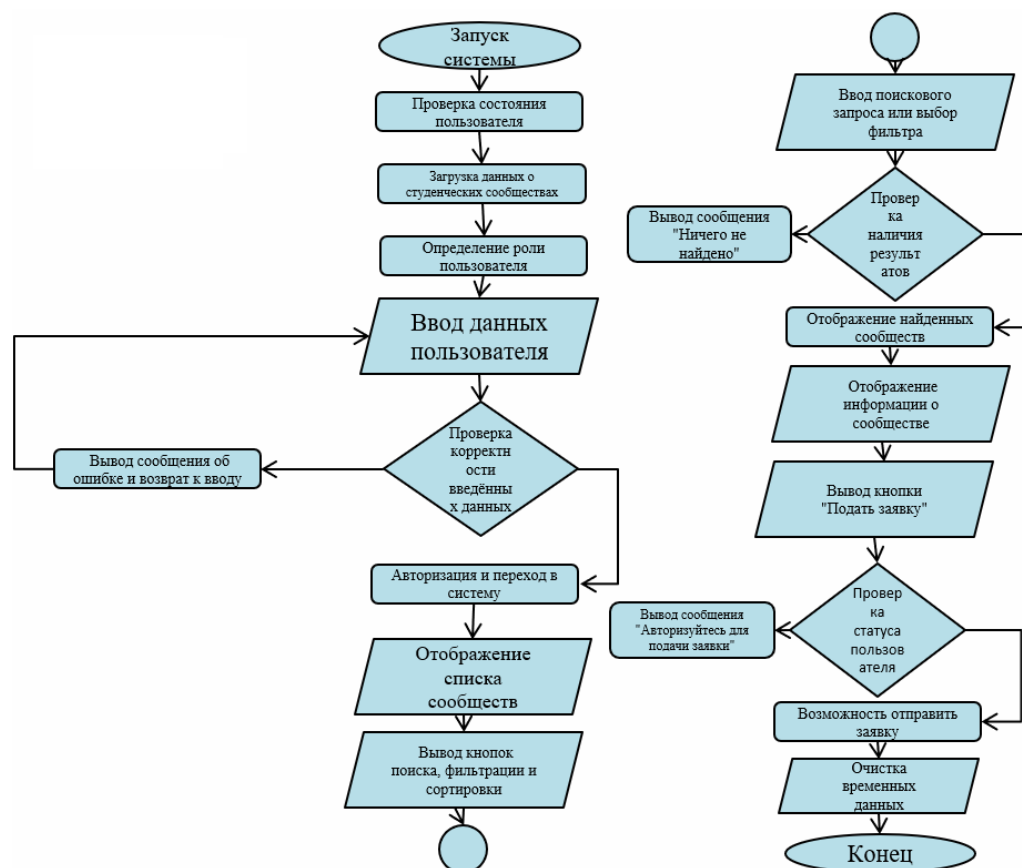


рис. 4 – Функциональная схема проекта.

Пользователь, по мере использования приложения, в первую очередь ему следует авторизоваться – войти в систему каталога. Также после чего, ему будут доступны содержания данного проекта – сообщества, мероприятия и отзывы, оставляемые другими пользователями. Хотя в противном же случае, сайт сообщит, что было введено неверно либо пароль, либо почта.

В период пользования сайтом, пользователь может, кроме просмотра контента, еще и подать заявку, чтобы создать свое студенческое сообщество. Администрация, в период просмотра заявки, решит о статусе самого сообщества – опубликовать уже как сообщество на сайте либо отклонить заявку.

Аналогично будет произведена работа и с отзывами пользователей.

Заключение:

1. Разработана информационная система каталогизации студенческих сообществ.
2. Данный алгоритм решения применим для каталогизации и других сущностей.
3. добавления возможности публикации мероприятий в данной системе расширит ее функционал.

Список источников

- 1.Грин, Д. Добровольчество и общественная политика / Д. Грин. – М.: Издательство «Дело», 2019. – 176 с. Кафедра прикладных информационных технологий и программирования [Электронный ресурс]: Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://www.sibsiu.ru/kafedry/pitip/>, дата обращения (06.05.2023)
- 2.Проблемы и перспективы хранения информации в бумажном виде: сборник научных статей / под ред. А.А. Петрова и В.Б. Сидорова. – М.: НИУ ВШЭ, 2019.
- 3.Карпов, А. Системы управления базами данных: учебник для вузов / А. Карпов. – М.: Издательский центр "Академия", 2021. – 384 с.
- 4.МакКензи, Р. Влияние волонтерства на развитие местных сообществ / Р. МакКензи // Журнал социологии и социальной работы. – 2018. – Т. 21, №2. – С. 112-125.
- 5.Майкл Хикерт. Разработка программного обеспечения с использованием Visual Studio. – Москва: «Вильямс», 2021. – 480 с.
- 6.Кузнецов С. Д. Основы баз данных. – 2-е изд. – Москва.: Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 484 с.

ОСОБЕННОСТИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ

Жмуровский Константин Васильевич

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева

Научный руководитель: Пимонов Александр Григорьевич, д.т.н., профессор

zhmuruk1@gmail.com

Аннотация. В статье рассмотрены особенности многофункциональной системы безопасности (МФСБ) для горнодобывающей отрасли. Описаны ключевые компоненты системы, её интеграционные возможности и перспективы внедрения на предприятиях. Приведены примеры практического использования технологий для мониторинга, прогнозирования аварий и минимизации рисков. Материалы статьи могут быть полезны разработчикам систем автоматизации и руководителям горнодобывающих предприятий.

Ключевые слова: безопасность, горнодобывающая отрасль, автоматизация, мониторинг, прогнозирование, технологии.

FEATURES OF A MULTIFUNCTIONAL SECURITY SYSTEM FOR THE MINING INDUSTRY

Zhmurovskiy K.V., Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev

Pimonov A. G., Doctor of Technical Sciences, Professor, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

Abstract: The article discusses the features of a multifunctional security system (MFSS) for the mining industry. Key components of the system, its integration capabilities, and prospects for implementation in enterprises are described. Examples of practical applications of technologies for monitoring, forecasting emergencies, and minimizing risks are provided. The article materials can be useful for developers of automation systems and managers of mining enterprises.

Keywords: safety, mining industry, automation, monitoring, forecasting, technologies.

Многофункциональная система безопасности (МФСБ) – это комплексное решение, предназначенное для обеспечения безопасности на предприятиях горнодобывающей отрасли. Основные особенности данной системы включают её интеграцию с существующими производственными процессами, использование современных технологий и возможность адаптации к различным условиям эксплуатации.

В условиях горнодобывающей отрасли, где сложные и опасные производственные процессы могут стать причиной аварийных ситуаций, МФСБ становится незаменимым инструментом для минимизации рисков. Основное назначение такой системы – не только мониторинг текущей ситуации, но и обеспечение проактивного подхода к выявлению потенциальных угроз. Это достигается за счёт использования инновационных технологий [1], таких как системы анализа больших данных, позволяющих обрабатывать информацию, получаемую от нескольких тысяч датчиков в режиме реального времени.

Кроме того, система способна учитывать индивидуальные особенности каждого предприятия. Например, в условиях открытых горных разработок больше внимания уделяется мониторингу погодных условий и контролю оборудования, тогда как в шахтах приоритет отдается газоанализаторам и системам контроля вентиляции. Такой подход позволяет адаптировать функциональные возможности системы под уникальные потребности объекта, повышая её эффективность.

Не менее важным аспектом является возможность интеграции МФСБ с уже существующими на предприятии системами управления производственными процессами. Это позволяет сократить время на внедрение новых технологий, минимизировать затраты и обеспечить бесшовный обмен данными между различными модулями системы. Таким образом, МФСБ не только улучшает безопасность, но и способствует оптимизации производственных процессов, делая их более прозрачными и управляемыми.

Ключевые особенности МФСБ:

1. Интеграция с промышленными системами. МФСБ легко подключается к существующим информационным системам предприятия, включая системы контроля и управления доступом, датчики мониторинга и системы видеонаблюдения.

2. Прогнозирование аварийных ситуаций. Использование искусственного интеллекта и алгоритмов машинного обучения позволяет предсказывать возможные угрозы и принимать превентивные меры.

3. Модульность и масштабируемость. Система может быть адаптирована под конкретные нужды предприятия, что обеспечивает её широкое применение.

4. Оповещение в реальном времени. Встроенные средства уведомления позволяют быстро информировать персонал о выявленных угрозах через мобильные устройства, системы громкой связи и электронную почту.

Примеры использования МФСБ:

- **Мониторинг шахтных выработок.** Установка датчиков контроля газа и температуры, интеграция с системами вентиляции.
- **Управление доступом на опасные объекты.** Автоматизация контроля допуска сотрудников к различным зонам предприятия.
- **Прогнозирование обрушений.** Анализ данных, полученных от сейсмодатчиков и георадаров для предупреждения возможных обрушений.

Преимущества внедрения МФСБ:

1. **Снижение аварийности.** Технологии прогнозирования позволяют предотвратить до 80 % возможных инцидентов.
2. **Увеличение производительности.** Безопасные условия труда способствуют повышению эффективности работы.
3. **Экономическая выгода.** Снижение затрат на ликвидацию последствий аварийных ситуаций.

Внедрение многофункциональной системы безопасности не только способствует снижению числа аварий, но и открывает новые возможности для цифровой трансформации предприятий. Одним из ключевых направлений развития является использование технологии [2] Интернета вещей (IoT) для подключения к системе большого количества датчиков и устройств. Это позволяет собирать более детализированные данные о состоянии объектов и оперативно реагировать на изменения.

Дополнительно, важным этапом является интеграция [3] с облачными платформами для хранения и обработки данных. Такая архитектура позволяет предприятиям не только оптимизировать процессы, но и сократить затраты на управление системой за счёт отказа от дорогостоящего локального оборудования. Также перспективным направлением является разработка мобильных приложений для предоставления доступа к данным в режиме реального времени. Это значительно ускоряет процесс принятия решений и позволяет руководителям и сотрудникам быть в курсе текущей ситуации на объектах.

Ещё одной значимой перспективой является использование технологий дополненной реальности (AR) для визуализации данных, полученных от системы. Например, работники могут получать информацию о концентрации газа, состоянии оборудования или маршрутах эвакуации непосредственно через смарт-очки или планшеты. Такая функциональность значительно повышает уровень информированности и оперативности.

В долгосрочной перспективе предполагается внедрение аналитических панелей, способных обрабатывать исторические данные и выявлять закономерности. Это позволит улучшить прогнозирование аварий и оптимизировать процессы управления безопасностью.

Таким образом, многофункциональная система безопасности для горнодобывающей отрасли представляет собой эффективное средство повышения уровня безопасности и оптимизации производственных процессов. Её использование позволяет минимизировать риски, связанные с эксплуатацией опасных объектов, и обеспечивает защиту жизни и здоровья работников.

Список источников

1. *Автоматизированные системы управления в горнодобывающей промышленности?* – URL: <https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-avtomatizirovannye-sistemy-upravleniya-v-gornodobyvayushchey-promyshlennosti.pdf?ysclid=m668du5ipc158959384> (дата обращения: 20.01.2025).
2. *Использование IoT в промышленности?* – URL: <https://nvgn.ru/blog/promishleny-internet-veschey/?ysclid=m668gvbnj7284905104> (дата обращения: 21.01.2025).
3. *Большие данные в горнодобывающей отрасли?* – URL: https://mining-media.ru/images/2024/06_2024/178-185.pdf (дата обращения: 21.01.2025).

АВТОМАТИЗАЦИЯ ГУМУСОПОННОГО ВАЗОНА С ВОЗМОЖНОСТЬЮ УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Ковальчук Ксения Викторовна

ЗАО «Струнные технологии»

Научный руководитель: Юницкий Анатолий Эдуардович, д.ф.н., Зеленкова Елена Николаевна, к.т.н.

k.kovalchuk@unitsky.com

Аннотация. В условиях современного ритма жизни человеку бывает сложно уделить время простым вещам, таким как уход за домашними растениями, например, или аквариумными рыбками. Помочь с повседневными делами может применение автоматизированных систем управления. В данной статье рассматривается разработка системы автоматического управления комнатным Вазоном, в котором также расположен аквариум с рыбками, с применением Web-приложения. Разработанная система продемонстрировала хорошие результаты при поддержании жизнедеятельности цветущего растения азалия и рыбок гуппи.

Ключевые слова: вазон, гумусопоника, автоматизация, функция

HUMUS VASE AUTOMATION WITH THE POSSIBILITY OF REMOTE CONTROL

Kovalchuk K. V., UST Inc.

Anatoli Unitsky, Doctor of Physical Sciences., Elena Zelenkova, Ph.D., Candidate of Technical Sciences

Abstract. In conditions of modern rhythm of life it is difficult for a person to devote time to simple things, such as caring for house plants, for example, or aquarium fish. The use of automated control systems can help with everyday tasks. This paper deals with the development of an automated control system for a room Vase, which also houses an aquarium with fish, using a Web-based application. The developed system demonstrated good results in maintaining the vitality of flowering azalea plant and guppy fish.

Key words: vase, humus-phonics, automation, function

В современном мире среди населения актуальна проблема малой осведомлённости в области растениеводства в бытовых условиях, а также нехватки времени для должного содержания и выращивания растений в связи с работой и постоянными перемещениями (командировками, путешествиями). В то же время многие из нас хотят, чтобы растения, украшающие наше жилище, несмотря на наше отсутствие, отличались здоровым и привлекательным внешним видом, яркой зелёной массой, бурным цветением. В этой связи хорошим решением может стать применение автоматизированного оборудования для выращивания растений в домашних условиях с возможностью удалённого управления. Такое оборудование должно располагать достаточно гибкой системой управления и диапазоном регулировок в зависимости от вида растения, а программное обеспечение помимо прочего должно позволять осуществлять выбор готового режима содержания из библиотеки режимов для выращивания растения определённого вида. Настоящая работа, посвящённая автоматизации Гумусопонного вазона, направлена на достижение данной актуальной цели.

Гумусопоника подразумевает применение питательного раствора с добавлением биогумуса, предполагает снабжение культур полным спектром питательных элементов из органического и минерального сырья, задействование ассоциаций тысяч видов агрономически ценных почвенных микроорганизмов. Автор идеи – Юницкий Анатолий Эдуардович [1] предложил разработать Гумусопонный вазон – уникальный объект, предназначенный для индивидуального растениеводства, который также может выполнять декоративную функцию и служить оригинальным украшением интерьера. Отличительной особенностью данного изделия является наличие двух функционально различных элементов – ёмкости с почвой и растением в верхней части вазона, и аквариума с аквакультурами в нижней его части (рисунок 1). Благодаря автоматизации основных параметров, поддерживающих благоприятные условия для жизни растения и рыбок, уход за вазоном требует от человека минимальных затрат времени и энергии. [2]



Рисунок 1 – Внешний вид Вазона

При планировании системы автоматического управления Вазона необходимо было предусмотреть, чтобы она поддерживала оптимальные условия для роста растений и жизни аквакультур в замкнутой экосистеме. Для этого необходимо было обеспечить:

- достаточный уровень освещённости (освещённость – это величина светового потока, приходящаяся на единицу площади освещаемой поверхности);

- функцию фотопериодизма (фотопериодизм – реакция живых организмов (растений и животных) на суточный ритм освещённости, продолжительность светового дня и соотношение между тёмным и светлым временем суток);

- систему автоматического полива (полив – это подача и распределение по орошаемой площади определённого количества воды для улучшения условий развития растений и повышения их продуктивности. При поливе происходит увлажнение и корнеобитаемого слоя почвы, и приземного слоя воздуха);

- систему аэрации жидкости (аэрация – это естественное проветривание, насыщение воздухом, кислородом; при процессе аэрации воздух тесно контактирует с водой).

При проведении автоматизации сотрудниками Бюро «Технологические решения» было осуществлено оснащение Вазона подсистемами, приведёнными в таблице:

№	Подсистема	Функции	Примечание
1	Освещение верхнее	Освещение растений	Создана возможность включения/отключения освещения в любое время. Включение/отключение один или несколько раз в сутки (циклически).
2	Подсветка	Подсветка аквариума	Есть функция включения/отключения подсветки в любое время, включение/отключение один или несколько раз в сутки (циклически).
3	Полив	Полив растений	Функция автоматического полива растений в любое время, при необходимости. Функция автоматического полива растений несколько раз в сутки (циклически). Возможность отмены полива, при необходимости. Возможность отключения аэрации перед началом и во время капельного полива. Длительность предварительного отключения аэрации настраивается пользователем.
4	Аэрация	Аэрация жидкости	Возможность включения и отключения аэрации при необходимости. Возможность включения и отключения Аэрации несколько раз в сутки/неделю. Аэрация отключается во время кормления рыб. Длительность отключения аэрации настраивается пользователем.

5	Автокормушка для рыб	Кормление рыб	Кормления рыб производится в ручном режиме в любой момент времени, при необходимости. Возможность кормления рыб несколько раз в день/неделю (циклически). Отключение аэрации во время и после кормления рыб (время после кормления настраивается пользователем). Контроль установки контейнера автокормушки.
6	Показатель давления	Отображение показателя давления	Отображение актуального показателя давления постоянно.
7	Показатель температуры	Отображение показателя температуры	Отображение актуального показателя температуры постоянно.
8	Показатель уровня	Отображение показателя уровня жидкости (max/min)	Отображение актуального уровня жидкости постоянно.
9	Правильность установки Вазона на подставку	Вывод на главную страницу, правильно ли установлен Вазон на подставку	Определяется электрической связью между подставкой и Вазоном.

При разработке автоматизированной системы управления Вазоном исходили из необходимости обеспечения длительного и непрерывного круглосуточного функционирования общего программного обеспечения в штатном режиме, в режиме 365/24/7. Сохранность данных состояния Вазона обеспечивается за счёт резервного копирования данных системы.

Программное обеспечение состоит из двух компонентов – контроллерная часть и клиентская часть. Контроллерная часть работает внутри вазона, на микроконтроллерных устройствах под управлением операционной системы Linux. Контроллерная часть состоит из двух частей, конструктивно размещённых внутри корпуса Вазона (Мини ПК) и внутри подставки Вазона (Микроконтроллер).

Внутри корпуса Вазона находится Мини ПК, управляющий работой следующих функций:

- подсветки корпуса Вазона;
- функционирование автокормушки для рыб;

Также, Мини ПК передаёт на микроконтроллер показания следующих датчиков:

- давления;
- температуры.

Мини ПК передаёт сигналы управления на микроконтроллер, находящийся в подставке Вазона. Микроконтроллер управляет работой следующих функций:

- освещение растения;
- полив растения;
- аэрация воды в аквариуме, которая одновременно используется для полива растения.

Микроконтроллер отображает данные датчиков температуры и давления на дисплее, который находится на передней панели подставки Вазона.

Таким образом, контроллерная часть обеспечивает функционирование клиентских подключений, опрашивает датчики, управляет механизмами Вазона, и предоставляет все данные, которые отображает Web-приложение.

Клиентская часть реализуется в виде Web-приложения в браузере и поддерживается на устройстве пользователя (телефон, планшет, ноутбук, компьютер и др.). Клиентская часть состоит из пользовательского

интерфейса, с помощью которого можно управлять вазоном. Устройство пользователя подключается к системе автоматического управления через соответствующую Wifi-сеть. Управление функциями Вазона доступно в двух режимах – ручном и автоматическом. В первом случае функции Вазона выполняются сразу после их активации пользователем на соответствующей странице приложения. Во втором случае необходимо создать режим содержания по дням недели, в котором следует задать желаемые параметры для поддержания жизнедеятельности растения и аквакультур. При этом, функции, заданные пользователем, повторяются с периодичностью – 7 суток. На рисунке 2 изображены главная страница и страница с настройками Web-приложения.

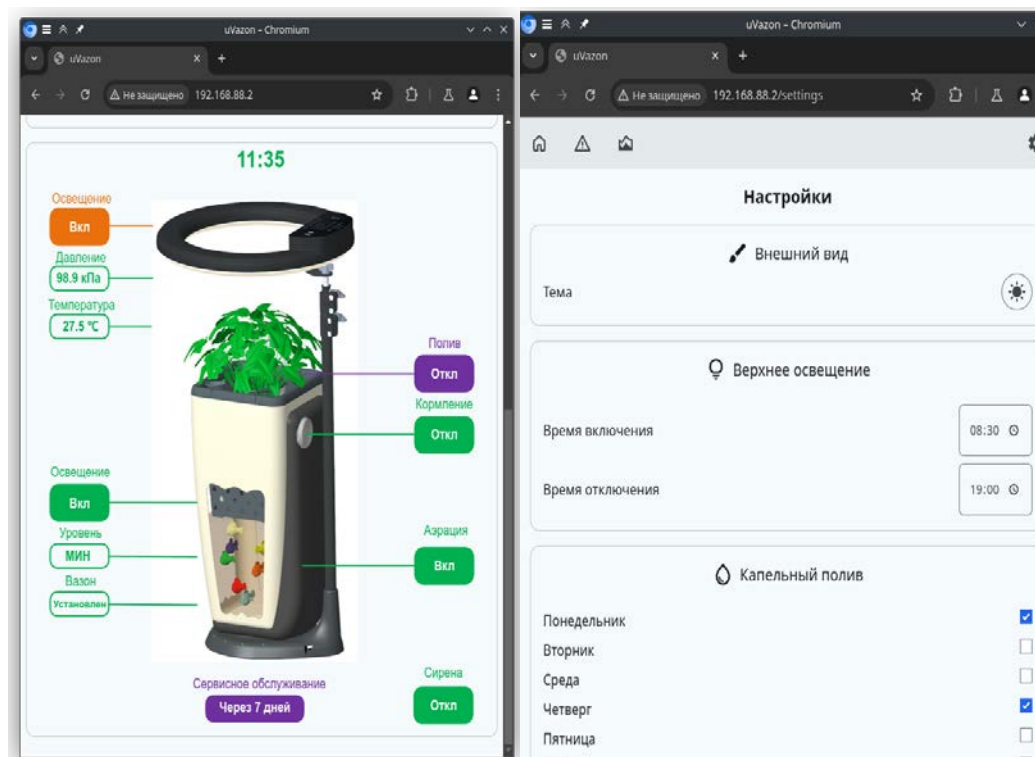


Рисунок 2 – Страницы Web-приложения для удалённого управления Вазоном

После проведения автоматизации Вазона была осуществлена проверка работы всех функций. Перед началом опытной эксплуатации в ёмкость с субстратом для растения была высажена Азалия, а в аквариум с были заселены аквариумные рыбки Гуппи и водоросли Элодея. Вазон был установлен на подставку со штативом. Внутренний вазон был установлен во внешний, присоединены все необходимые трубки. Выведена и зафиксирована на поверхности внутреннего вазона трубка капельного полива. Отрегулировано положение верхнего освещения. Проверка функционирования работы всех подсистем была выполнена с помощью Web-приложения, параметры задавались и изменялись в двух режимах: ручном и автоматическом. На рисунке 3 представлен Гумусопонный Вазон и аквариум с рыбками в ходе опытной эксплуатации.



Рисунок 3 – Вазон в процессе опытной эксплуатации

Срок опытной эксплуатации составил около 2 месяцев (с 10.10.2024 по 02.12.2024). В этот период чередовали ручной и автоматический режим работы Вазона для того, чтобы добиться стабильной работы системы автоматического управления во всех режимах работы. Таким образом были получены значения контролируемых параметров состояния Вазона.

В ходе опытной эксплуатации Вазона в автоматическом режиме было выявлено несколько недостатков при работе системы автоматического управления Вазона и мобильного приложения: показания температуры в приложении отличались от измеренных физически значений на 2-3 градуса, время от времени происходили отключения верхнего освещения, иногда сбивалось время, включение функций запаздывало на одну минуту. Все описанные ошибки в работе системы были успешно устранены по средством доработки программного обеспечения.

К концу периода опытной эксплуатации Вазона, т.е. по истечении почти двух месяцев, растение не потеряло своего привлекательного вида, цветение азалии продолжалось. Рыбки чувствовали себя хорошо, сохраняли активность и аппетит.

Таким образом, автоматизация Вазона позволяет пользователю сэкономить время на уход за растением и аквакультурами, а также поддержать их жизнеспособность по средством удалённого управления по локальной сети в период длительного отсутствия человека. Направлениями дальнейших работ может стать оптимизация существующей системы автоматизации с учётом следующих аспектов для улучшения: возможность подключения Вазона к системе автоматического управления «Умный дом», музыкальное сопровождение Вазона и др.

Список источников

1. Юницкий А. Э., Шерешовец Е. В., Корней В. В. Гумусопоника как метод выращивания сельскохозяйственной продукции в условиях ЭкоКосмоДома. // Сборник материалов VI международной научно-технической конференции «Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты», 2023. – С 348–357.
2. Джордж Ф. Ван Паттерн (Хорхе Сервантес). Домашнее растениеводство. Выращивание в почве и на гидропонике. – М. Издательство Перо, 2021. – 392 с.

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДВИЖЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПО ТЕРРИТОРИИ УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ С ПОМОЩЬЮ КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Кротченко Екатерина Александровна,

Федотова Валерия Александровна

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Немцев Александр Юльевич

katerina.krt@mail.ru

Аннотация. Работа посвящена разработке математической модели движения автотранспортных средств по территории угольных разрезов с помощью клеточных автоматов для системы автоматического управления. При реализации математической модели, клеточные автоматы были дополнены стохастическим методом. Предложенное решение включает в себя триангуляцию местности для построения оптимальных маршрутов, алгоритмы поиска пункта назначения с учетом динамически изменяющихся условий, а также механизмы обеспечения возврата к начальной точке в случае завершения задач или возникновения внештатных ситуаций.

Ключевые слова: программный комплекс, клеточный автомат, стохастический метод, угольные разрезы, система автоматического управления, движение автотранспортных средств, математическое моделирование.

DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL OF THE MOVEMENT OF MOTOR VEHICLES THROUGH THE TERRITORY OF COAL MINES USING CELLULAR AUTOMATA FOR AN AUTOMATIC CONTROL SYSTEM

Krotchenko E. A., Fedotova V. A., Siberian State Industrial University

Nemtsev Alexander Yulievich, Siberian State Industrial University

Abstract. The work is devoted to the development of a mathematical model of the movement of motor vehicles through the territory of coal mines using cellular automata for an automatic control system. When implementing the mathematical model, cellular automata were supplemented by the stochastic method. The proposed solution includes triangulation of the terrain to build optimal routes, algorithms for finding a destination taking into account dynamically changing conditions, as well as mechanisms to ensure a return to the starting point in case of completion of tasks or emergency situations.

Keywords: software package, cellular automaton, stochastic method, coal mines, automatic control system, movement of motor vehicles, mathematical modeling.

Использование клеточных автоматов в данной работе является более эффективным по сравнению с нейронными сетями, поскольку они обеспечивают повышенную прозрачность и интерпретируемость модели, что особенно критично для систем автоматического управления, функционирующих в режиме реального времени. В отличие от нейронных сетей, требующих значительных вычислительных затрат на обучение и характеризующихся низкой объяснимостью внутренних процессов, клеточные автоматы позволяют формализовать локальные правила взаимодействия, что упрощает анализ и адаптацию модели к динамически изменяющимся условиям эксплуатации на угольных разрезах.

В связи с появлением компьютеров с высокой степенью параллельности, для моделирования диффузионных процессов широко используются клеточные автоматы, лишённые трудностей при описании границ пор.

В данной работе предлагается математическая модель движения автотранспортных средств по территории угольных разрезов с использованием клеточных автоматов, учитывающая различные состояния дорожной сети, включая участки с нормальной, затрудненной и ограниченной проходимостью. При реализации модели используется клеточный автомат, дополненный стохастическим методом для учета случайных факторов, таких как изменение состояния дорожного покрытия или возникновение препятствий. Предложенное решение включает в себя триангуляцию местности для построения оптимальных маршрутов, алгоритмы поиска

пункта назначения с учетом динамически изменяющихся условий, а также механизмы обеспечения возврата к начальной точке в случае завершения задач или возникновения внештатных ситуаций.

Цель работы:

Уменьшение количество издержек, связанных с авариями на угольных разрезах путем внедрения системы автоматического управления транспортными средствами на угольных разрезах.

Задачи:

1. Разработка математической модели движения автотранспортных средств на основе клеточных автоматов.
- 2.. Реализация алгоритмов оптимизации маршрутов с использованием триангуляции местности.
3. Разработка программного комплекса на языке Python.

Триангуляция местности – метод построения дискретной сетки, описывающие топографические и пространственные характеристики территории. Это позволяет эффективно рассчитывать маршруты движения, минимизировать временные и энергетические затраты, а также учитывать динамические изменения условий эксплуатации.

Стохастический подход представляет собой способ решения обширного круга задач, связанных со статистическим анализом. Он основывается на исследовании больших объемов эмпирических данных через моделирование изменений показателей под влиянием факторов, которые не имеют прямых связей, взаимозависимости или взаимообусловленности. Стохастическая зависимость возникает между случайными величинами и выражается в том, что изменение одной из них приводит к изменению закона распределения другой.

Система автоматического управления автотранспортными средствами – это комплекс технических, программных и аппаратных средств, предназначенных для автоматизированного контроля, регулирования и координации движения транспортных средств с целью обеспечения безопасности, повышения эффективности и оптимизации транспортных процессов. Такая система включает в себя датчики, исполнительные механизмы, алгоритмы обработки данных и управления, которые взаимодействуют для выполнения задач навигации, стабилизации, предотвращения столкновений и адаптации к изменяющимся дорожным условиям.

Клеточный автомат (КА) – это совокупность конечных автоматов, каждый из которых изменяет свои состояния в зависимости от текущих состояний соседних элементов (рисунок 1). Временные и пространственные параметры в такой системе являются дискретными, а физические величины принимают значения из конечного множества (дискретная динамическая система). Простые правила перехода между состояниями способны генерировать сложное поведение системы, включая бифуркации, кластеризацию и другие явления. Кроме того, клеточные автоматы позволяют естественным образом учитывать граничные условия, зависящие от времени и пространственных координат.

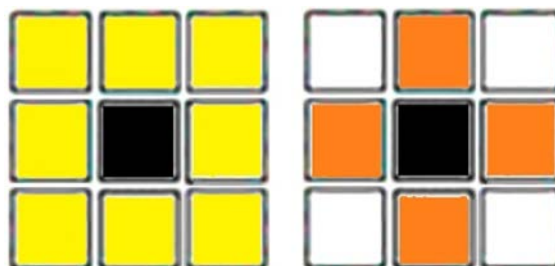


рис.1 – Соседство Мура и Фон Неймана

Угольные разрезы и техника в Кузбассе.

Общие данные: количество угольных разрезов – 120 единиц, общая площадь угледобывающих территорий – 450 тыс. га. Общий объем добычи угля – 250 млн тонн в год. Парк самосвалов, задействованных на разрезах, составляет около 5000 единиц, из них более 70% – это тяжелые самосвалы грузоподъемностью от 90 до 450 тонн.

Характеристика угольных разрезов:

1. Крупные разрезы (добыча более 10 млн тонн в год) – 25 единиц, сосредоточены в центральной и южной частях Кузбасса;
2. Средние разрезы (добыча от 1 до 10 млн тонн в год) – 60 единиц, расположены в северных и восточных районах;
3. Малые разрезы (добыча менее 1 млн тонн в год) – 35 единиц, преимущественно в труднодоступных и малоосвоенных территориях.

Технические характеристики самосвалов:

1. Тяжелые самосвалы (грузоподъемность 200–450 тонн) – 3500 единиц, используются на крупных разрезах;

2. Средние самосвалы (грузоподъемность 90–200 тонн) – 1000 единиц, применяются на средних разрезах;

3. Легкие самосвалы (грузоподъемность до 90 тонн) – 500 единиц, задействованы на малых разрезах и вспомогательных работах.

Распределение техники по районам:

В центральной части Кузбасса сосредоточено около 60% всего парка самосвалов, что связано с высокой концентрацией крупных разрезов;

В северных районах используется около 25% техники, преимущественно средние и легкие самосвалы;

В южных районах задействовано 15% самосвалов, в основном тяжелые и средние модели.

Классификация угольных разрезов по степени механизации:

1. Высокомеханизированные разрезы – оснащены современной техникой, включая автономные и электрические самосвалы;

2. Среднемеханизированные разрезы – используют комбинированные методы добычи и традиционные самосвалы;

3. Низкомеханизированные разрезы – применяют устаревшую технику и ручной труд.

Двумерная клеточно-автоматная модель движения автотранспортного средства – реакционно-диффузионная модель.

Клеточный автомат с множеством имен $M = \{(i,j): i = 0,1,...,g; j = 0,1,...,l\}$ и с шаблоном соседства $T(i,j) = \{(i,j), (i+1,j), (i-1,j), (i,j+1), (i,j-1)\}$. Функция $v(i,j)$ может рассматриваться как булев клеточный массив $\Omega B = \{(vm, m)\}$, в котором клетка — это пара символов (vm, m) , где vm — переменная состояний, а $m \in M$ — имя клетки из множества имен M , обозначенных парой координат (i,j) в случае 2D-декартова пространства, а в общем случае — одним символом m . Область значений переменных состояний $vm \in B$, где $B = \{0,1,2\}$ — алфавит состояний.

На рисунке 2 изображена реализация функции перехода для клеточного автомата, моделирующего движение самосвалов с автопилотом на угольных разрезах. В данной модели существует 25% вероятность выбора направления передачи состояния между клетками. Фиолетовым цветом обозначены клетки, с которыми возможен обмен состояниями, при этом фиолетовый цвет указывает на отсутствие препятствий. Красным цветом выделены клетки, с которыми обмен состояниями невозможен, что соответствует наличию препятствия (преграды). Темно-серым цветом обозначены клетки, представляющие автотранспорт (самосвалы), а светло-серым — клетки, соответствующие точке старта. Таким образом, модель описывает движение самосвалов по угольному разрезу с учетом препятствий и вероятностного выбора направления.

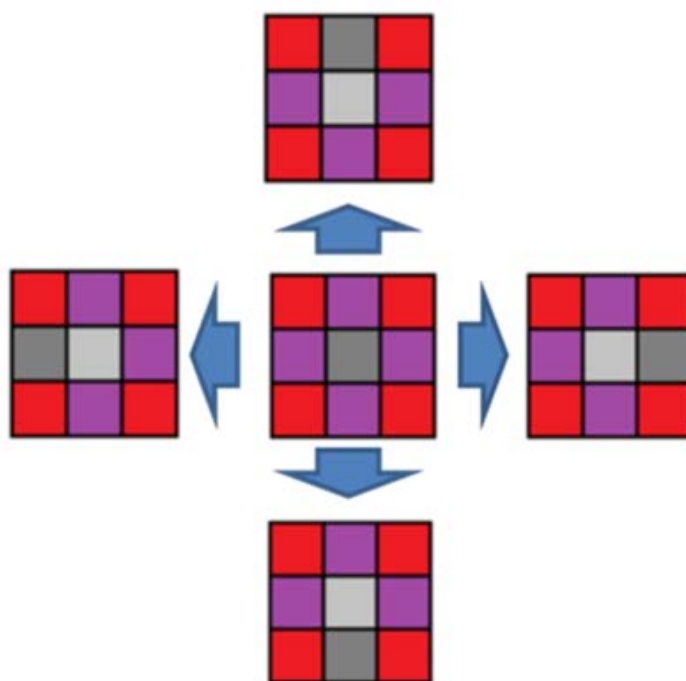


рис.2 – Функция перехода клеточного автомата

Показаны результаты серии вычислительных экспериментов компьютерной модели перемещения автотранспортного средства в угольном разрезе с препятствиями: начальное состояние. Размеры массива 15x15 клеток, 22 препятствия, где транспортное средство провело триангуляцию местности, белые клетки – не триангулированные, светло серые посещенные единожды, тёмно-серые дважды (рисунок 3).

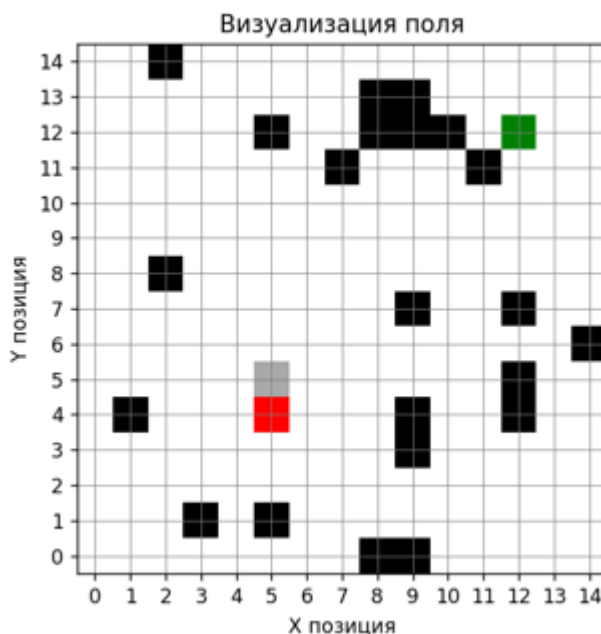


рис.3 – Результаты серии вычислительных экспериментов компьютерной модели перемещения автотранспортного средства в угольном разрезе с препятствиями: начальное состояние; первый шаг

Показаны результаты серии вычислительных экспериментов компьютерной модели перемещения автотранспортного средства в угольном разрезе с препятствиями: промежуточное состояние; сто семидесятый шаг. Размеры массива 15x15 клеток, 22 препятствия, где транспортное средство провело триангуляцию местности, белые клетки – не триангулированные, светло серые посещенные дважды, тёмно-серые (рисунок 4).

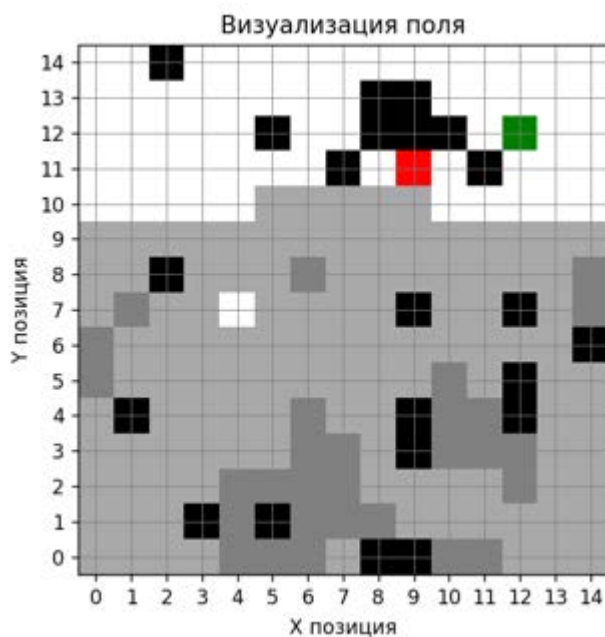


рис.4 – Результаты серии вычислительных экспериментов компьютерной модели перемещения автотранспортного средства в угольном разрезе с препятствиями: промежуточное состояние; сто семидесятый шаг

Показаны результаты серии вычислительных экспериментов компьютерной модели перемещения автотранспортного средства в угольном разрезе с препятствиями: финальное состояние; сто восемьдесят первый. Размеры массива 15x15 клеток, 22 препятствия, где транспортное средство провело триангуляцию местности, белые клетки – не триангулированные, светло серые посещенные дважды, тёмно-серые (рисунок 5).

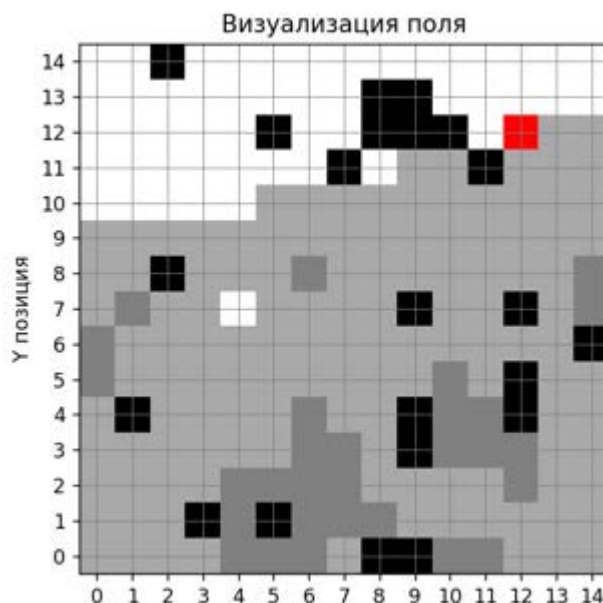


рис.5 – Результаты серии вычислительных экспериментов компьютерной модели перемещения автотранспортного средства в угольном разрезе с препятствиями: конечное состояние; сто восемьдесят первый шаг

Заключение:

1. Данный алгоритм решения применим для исследования и других динамических процессов.
2. Разработан численный метод решения задачи компьютерного моделирования эволюции состояний угольного разреза предусматривает использование клеточного автомата как инструмента для исследования.
3. Результаты проведенных численных экспериментов показали, что клеточные автоматы обладают рядом возможностей с точки зрения качественного моделирования перемещения автотранспортного средства.

Список источников

1. Nagel K., Schreckenberg M. A Cellular automaton model for freeway traffic // J. Phys. I France. - 1992. - V. 2. - P. 2221-2229.
2. Buslaev A.P., Tatashev A.G., Yashina M.V. On cellular automata, traffic and dynamical systems in graphs // Int. J. of Eng. & Techn. - 2018. - V.7 (2.28) -P. 351-356.
3. Kerner B., Klenov S., Hermanns G., Schreckenberg M. Effect of driver over-acceleration on traffic breakdown in three-phase cellular automaton traffic flow models // Physica A: Statistical Mechanics and its Applications. - 2013. -V.392 (18) - P. 4083-4105.
4. Бугаев А. С., Буслаев А. П., Козлов В. В., Таташев А. Г., Яшина М. В. Обобщенная транспортно-логистическая модель как класс динамических систем // Матем. моделирование. - 2015. - т. 27 №12. - С. 65-87.
5. Морозов И. И., Гасников А. В., Тарасов В. Н., Холодов Я. А., Холодов А. С. Численное исследование транспортных потоков на основе гидродинамических моделей // Компьютерные исследования и моделирование. - 2011. - т.3:4 - С. 389-412.
6. Chechina A., Churbanova N., Trapeznikova M. Driver Behaviour Algorithms for the Cellular Automata-Based Mathematical Model of Traffic Flows // EPJ Web Conf. - 2021. - V. 248 - P. 02002. 79.
7. Чечина А.А. Новые алгоритмы перестроения автомобилей для микроскопической модели транспортных потоков на основе теории клеточных автоматов // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. - 2017. -№136 - 14с.

СИСТЕМА КООРДИНАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СЕРВИСОВ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ: РАЗРАБОТКА ДАШБОРДА

Кудрявцев Данил Сергеевич

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева

Научный руководитель: Буйная Елена Васильевна, к.э.н., доц.

uusers1350@gmail.com

Аннотация. Ведение сразу нескольких проектов по разработке веб-приложений даже в небольших digital-агентствах требует контроля над деятельностью специалистов, а также грамотного и своевременного распределения рабочей силы. Разработанный дашборд предназначен упростить анализ ситуации для наиболее эффективного управления ресурсами компании.

Ключевые слова: разработка, веб-сервисы, Laravel, управление ресурсами, дашборд, эффективность, управление проектами.

EFFECTIVE TASK MANAGEMENT IN MODERN ORGANIZATIONS: DEVELOPMENT OF A WEB APPLICATION

Kudryavtsev D.S., Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev

Buinaya E.V., Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

Abstract. Running several web application development projects at once, even in small digital agencies, requires control over the activities of specialists, as well as competent and timely allocation of labor. The developed dashboard is designed to simplify the analysis of the situation for the most effective management of company resources.

Keywords: development, web services, Laravel, resource management, dashboard, efficiency, project management.

Введение

В современном мире разработка веб-сервисов – это многоступенчатый комплексный процесс, требующий согласованной работы команды специалистов. В крупных компаниях, посвятивших себя разработке веб-сервисов, руководители зачастую сталкиваются с проблемой распределения специалистов по проектам и проблемой отслеживания деятельности сотрудников.

Целью данного исследования является разработка дашборда с интерактивными отчётами, которые направлены на ускорение и упрощение анализа текущих ситуаций как на одном проекте, так и на деятельности разработчиков в целом.

Описание проблемы

Для лучшего погружения в проблему рассмотрим примеры. Имеется digital-агентство, занимающееся разработкой веб-приложений на заказ. Digital-агентство имеет штат более 100 человек, среди которых backend-разработчики, frontend-разработчики, девопс-инженеры, дизайнеры, аналитики, менеджеры и ведёт активную разработку и техподдержку нескольких проектов одновременно. В подобной ситуации необходимо вести наблюдение за количеством специалистов и отталкиваясь от ситуации на проекте и распределять рабочую силу в соответствии с нуждами проектов.

Особого внимания требует деятельность разработчиков. Для ведения проектов, данное digital-агентство имеет несколько стендов, на которых разворачиваются и тестируются проекты, а именно:

develop – для выкатки новейших и сырых доработок и правок, недоступен без специальных доступов;

- stage – для промежуточного хранения или перепроверки протестированных доработок и правок, как правило недоступен без специальных доступов;
- release – для выкатки готовых доработок и правок, доступен для заказчиков и обычных пользователей.

Необходимо следить за тем, насколько часто происходят деплои на различные стенды от лица разных разработчиков, чтобы оценивать успехи в их деятельности.

Поспособствовать в решении двух этих проблем можно с помощью разработки двух интерактивных отчётов, о которых мы поговорим далее.

Цели и задачи проекта

Основной целью проекта является разработка удобного, эффективного и централизованного инструмента для управления доступами сотрудников к корпоративным сервисам, который позволит организациям обеспечить больший контроль над ресурсами организации и безопасность. Для достижения этих целей необходимо решить следующие задачи:

1. Создание макетов с интерфейсом, удовлетворяющих требованиям бизнес-процессов, происходящих в рамках приложения.
2. Разработка системы координации взаимодействия сервисов разработки программных приложений для управления доступами сотрудников к корпоративным сервисам.
3. Внедрение и развёртка системы в корпоративной среде.
4. Разработка и реализация алгоритмов для автоматической генерации отчетов по деятельности разработчиков и составам групп проектов.

В данной статье наиболее подробно будет рассмотрена последняя задача.

Привлекаемые инструменты и архитектура

Инструментами разработки системы, в рамках которой были разработаны отчёты, являются:

- Laravel 11 – PHP-фреймворк для разработки веб-приложений. Используется для разработки бэкенда.
- React JS[4] – фронтенд-фреймворк для разработки клиентской части приложения.
- PostgreSQL[5] – СУБД для хранения данных в рамках бизнес-процессов системы.

Соответственно, для создания отчётов были использованы те же технологии. Веб-приложение, в рамках которого реализуются отчёты, реализовано на базе архитектуры REST, ввиду чего состоит из клиентской части (фронтенда) и серверной части (бэкенда). Взаимодействие между ними, в рамках задачи генерации отчётов, можно описать с помощью следующего алгоритма:

1. Фронтенд формирует запрос за счёт действий пользователя.
2. Фронтенд отправляет запрос на бэкенд.
3. Бэкенд принимает запрос и валидирует входящую информацию.
4. Бэкенд получает из базы данных информацию и обрабатывает её.
5. Бэкенд формирует и отдаёт ответ фронтенду в оговоренном формате, в нашем случае это JSON.
6. Фронтенд обрабатывает и отображает полученную информацию.

Таким образом происходит отображение дашборда с отчётами. На каждый из отчётов приходится по одному запросу на бэкенд.

Описание источников, способа доступа к информации, её структуры и взаимосвязи

Основным источником данных для отчётов является бэкенд. Доступ фронтенда к наборам данных для отчётов осуществляется через API-запрос. На бэкенде же, данные получают из базы данных. Что касается интеграции с GitLab, информация о деплоях на стенды так же сохраняется в базу данных. Рассмотрим фрагмент базы данных, использующийся для построения отчётов (рис. 1).

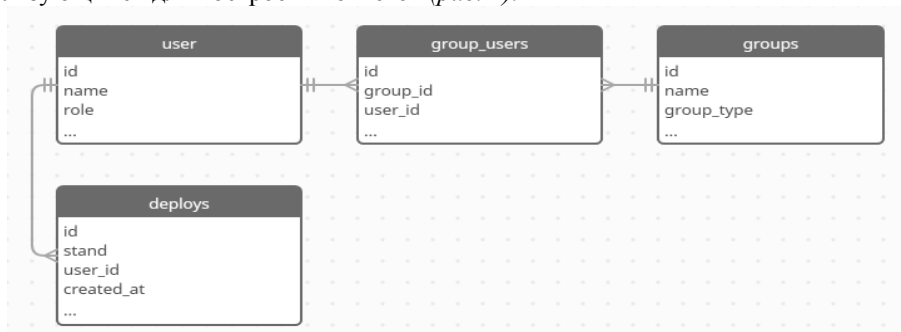


рис.1 Фрагмент структуры базы данных для отчётов

Набор данных, необходимый для формирования интерактивных отчётов можно получить из описанных ниже таблиц базы данных системы.

1. **users:** таблица, описывающая структуру данных о сотрудниках системы. Содержит такие поля, как уникальный идентификатор (id), ФИО (name) и роль (role) сотрудника на проекте (например менеджер).

2. **groups:** таблица, описывающая структуру данных о группах, в которых состоят сотрудники. Как правило, группа соответствует проекту. Содержит такие поля, как уникальный идентификатор (id), название группы (name) и тип группы (group_type).
3. **group_users:** сводная таблица, необходимая для разрешения связи «многие ко многим», т.к. как группа может содержать нескольких пользователей, так и пользователь может состоять в нескольких группах. Содержит такие поля, как уникальный идентификатор для каждой записи, идентификатор группы (group_id) и идентификатор пользователя, что входит в данную группу (user_id).
4. **deploys:** таблица, описывающая структуру данных о деплоях сотрудников на информационные стенды. Заполняется благодаря интеграции с корпоративным GitLab. Содержит такие поля, как уникальный идентификатор (id), название стенда (stand), идентификатор сотрудника, выполнившего заливку нового кода, вследствие чего произошёл деплой (user_id) и дату завершения деплоя (created_at).

Соответственно, для формирования отчёта о составах групп проектов будут использованы таблицы users, groups и group_users, а для отчёта о деятельности разработчиков – таблицы users и deploys.

Алгоритмы обработки исходной информации

На бэкенде используется фреймворк Laravel 11, предлагающий удобный и гибкий интерфейс для создания и выполнения запросов к базе данных. Рассмотрим общие алгоритмы для получения наборов данных для обоих отчётов.

Отчёт о распределении специалистов по проектам представляет собой гистограмму с накоплением. Отдельный столбец представляет собой проект и общее количество сотрудников, которые ведут работы по нему, а сегменты столбцов – количество участников в группах сотрудников по должностям. Алгоритм получения набора данных для данного отчёта выглядит следующим образом:

1. Получение групп, у которых group_type = "project".
2. Выполнение следующих действий в каждой группе:
 - a. Группировка пользователей по ролям.
 - b. Подсчёт количества пользователей в каждой группе.
 - c. Преобразование информации в формат JSON (рис. 2), где каждый объект соответствует столбцу диаграммы.

```

1  [
2      {
3          "project_name": "Проект",
4          "managers_count": 1,
5          "backends_count": 2,
6          "frontends_count": 0,
7          "designers_count": 1,
8          "devops_count": 1,
9          "analitics_count": 2
10     }
11 ]

```

рис.2 Структура JSON для отчёта о распределении специалистов по проектам

В рамках фреймворка Laravel данный алгоритм можно реализовать с помощью одного запроса к базе данных и обработки информации за счёт коллекций (рис. 3).

```

$groups = $this->groupRepository->where('group', GroupTypesEnum::MANAGER->value())->get();

$groupInfoCollection = collect();
foreach ($groups as $group){
    foreach ($group->groupBy('role') as $roleGroup){
        $groupInfoCollection->push(new CountByRoleEntity($roleGroup->role, $roleGroup->count()));
    }
}

return $groupInfoCollection->toJson();

```

рис.3 Формирование набора данных для отчёта о распределении специалистов по проектам

Отчёт об активности сотрудников в GitLab представляет собой график с тремя кривыми, каждая из которых соответствует информационному стенду. На оси X располагаются никнеймы разработчиков в GitLab, а на оси Y – количество деплоев за последний месяц. Соответственно, точка на линии указывает на количество деплоев

разработчика на данный информационный стенд за последний месяц. Набор данных для этого отчёта формируется по следующему алгоритму:

1. Получение пользователей с ролями `forntend_developer`, `backend_developer` и `devops`.
2. Получение списка деплоев для каждого из них за последние 30 дней.
3. Преобразование информации в формат JSON (рис. 4), где массив – это кривая, а объекты – точки на кривой.

```

1  {
2    "deploys_to_develop_data": [
3      {
4        "developer_name": "yourCormorant",
5        "deploys_count": 181
6      },
7      {
8        "name": "pomedor",
9        "deploys_count": 75
10     },
11     {
12       "name": "anton",
13       "deploys_count": 36
14     }
15   ]
16 }

```

рис.4 Структура JSON для отчёта о распределении специалистов по проектам

В рамках фреймворка Laravel данный алгоритм можно реализовать практически аналогично предыдущему отчёту (рис. 5). Единственное отличие в том, что для каждого из пользователей необходимо будет отправить по дополнительному запросу в базу данных для получения количества деплоев за последние 30 дней.

```

$users = $this->userRepository->getByRoles([RolesEnum::FRONTEND, RolesEnum::BACKEND,
RolesEnum::DEVOPS]);

$deploysCollection = collect();
foreach ($users as $user){
    $deploysCollection->push([$user->id => $this->depolyRepository->getByUser($user->id, 30)]);
}

return $deploysCollection->toJson();

```

рис.5 Формирование набора данных для отчёта об активности в GitLab

Дашборд

Рассмотрим главную основную страницу дашборда (рис. 6). Отчёты об активности сотрудников в GitLab и о распределении специалистов по проектам отображаются на ней в уменьшенном виде.

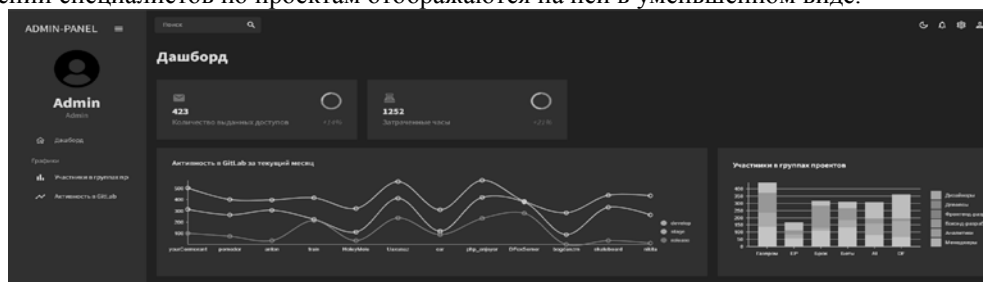


рис.6 Общий вид дашборда

Оба отчёта можно посмотреть в укрупнённом виде. Попасть на укрупнённый вид можно с помощью ссылки в боковом меню дашборда.

Укрупнённое представление отчёта о распределении специалистов по проектам (рис. 7) позволяет наиболее точно определить количество сотрудников определённой должности на разных проектах агентства и помогает сформировать наиболее эффективную стратегию перераспределения рабочей силы.

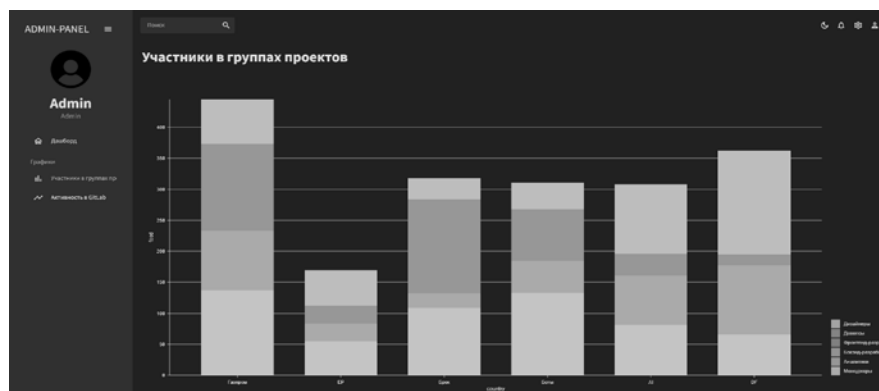


рис.7 Укрупнённый вид отчёта о распределении специалистов по проектам

Аналогичный вид отчёта об активности в GitLab позволяет наиболее полно оценить активность разработчиков и объём нагрузки информационных стендов деплоями. Кроме того, укрупнённый вид имеет интерактивные элементы, например при наведении на точку на кривой можно увидеть значение её координат (рис. 8).

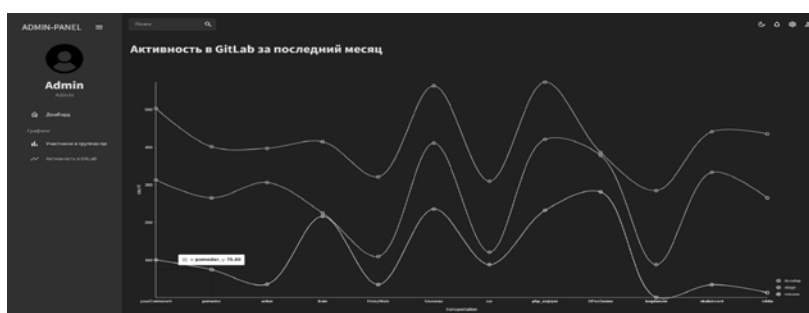


рис.8 Укрупнённый вид отчёта об активности в GitLab

Заключение

Эффективное управление проектами является ключевым фактором успеха современных digital-агентств. Разработанное веб-приложение способствует решению таких проблем, как распределение сотрудников по проектам и отслеживание деятельности сотрудников. Использование данного решения позволит организациям наиболее эффективно вести управление проектами и распределение рабочих ресурсов между ними.

Список источников

1. Архитектура REST. – [Электронный ресурс]. URL: [<https://habr.com/ru/articles/38730/>] (Дата обращения: 22.01.2025).
2. Атвинта: Мануал по разработке дашбордов. – [Электронный ресурс]. URL: [<https://atwinta.ru/material/blog/manual-dashboards/>] (Дата обращения: 22.01.2025).
3. Документация к веб-фреймворку Laravel. – [Электронный ресурс]. URL: [<https://laravel.com/docs/11.x/documentation>] (Дата обращения: 22.01.2025).
4. Мартин, Р. Чистая архитектура. Искусство разработки программного обеспечения / Р. Мартин ; пер. с англ. А. Макарова. - СПб. : Питер, 2013. – 352 с.
5. Мартин, Р. Чистый код. Создание, анализ и рефакторинг / Р. Мартин ; пер. с англ. А. Киселев. - СПб. : Питер, 2013. – 464 с.

ИНТЕРАКТИВНАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ ЗАКАЗА И МОДЕЛИРОВАНИЯ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

*Курасов Василий Алексеевич,
Саковский Данила Романович*

*Кузбасский государственный технический университет им Т. Ф. Горбачева
Научный руководитель: Раевская Елена Александровна, к.т.н.*

kurasovvasya@ya.ru

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена ростом интереса к персонализированным кондитерским изделиям, отражающим индивидуальные предпочтения потребителей. Разработка веб-сайта для кондитера включает создание интерактивного конфигуратора тортов и адаптивного дизайна, что улучшает взаимодействие с клиентами. Результаты показывают, что такая платформа способствует оптимизации процессов управления заказами и повышению уровня обслуживания.

Ключевые слова: персонализированные кондитерские изделия, веб-сайт, конфигуратор тортов, адаптивный дизайн, потребительские предпочтения.

INTERACTIVE PLATFORM FOR ORDERING AND CONFIGURING CONFECTIONERY PRODUCTS

*Kurasov V. A., Sakovsky D. R., Kuzbass State Technical University named after T. F. Gorbachev
Raevskaya E. A., PhD, Kuzbass State Technical University named after T. F. Gorbachev*

Abstract. The relevance of the study is determined by the growing interest in personalized confectionery products that reflect individual consumer preferences. The development of a website for a pastry chef includes the creation of an interactive cake configurator and adaptive design, which enhances customer interaction. Results indicate that such a platform facilitates the optimization of order management processes and improves service quality.

Keywords: personalized confectionery products, website, cake configurator, adaptive design, consumer preferences

В последние годы наблюдается значительный рост интереса к персонализированным кондитерским изделиям. Это явление связано с изменением потребительских предпочтений, когда клиенты стремятся не только к высокому качеству, но и к уникальности своих заказов. Современные покупатели ищут продукты, которые отражают их индивидуальность и соответствуют конкретным событиям в жизни. Торт или десерт часто становится центральным элементом праздника, будь то день рождения, свадьба или корпоративное мероприятие. Каждый заказ становится важной частью особого момента, что подчеркивает необходимость в индивидуальном подходе к каждому клиенту. В условиях, когда стандартные предложения уже не удовлетворяют потребности клиентов, важность персонализации продукции возрастает. Люди хотят видеть не просто красивые десерты, но и такие, которые будут говорить о них, о их вкусах и предпочтениях.

В связи с этим разработка веб-сайта для кондитера становится особенно актуальной. Такой сайт предоставляет возможность клиентам легко и удобно заказывать индивидуальные кондитерские изделия, а также позволяет кондитеру оптимизировать процессы управления заказами и взаимодействия с клиентами. Создание веб-платформы открывает новые горизонты для бизнеса, позволяя расширить аудиторию и повысить уровень обслуживания. Веб-сайт служит не только витриной продукции, но и инструментом для эффективного общения с клиентами. Он предоставляет информацию о доступных вариантах тортов и десертов, а также позволяет клиентам самостоятельно настраивать свои заказы в удобном формате. Это значительно упрощает процесс покупки и делает его более доступным для широкой аудитории.

Проект направлен на создание полноценного веб-сайта, который будет не только удобным и интуитивно понятным, но и функциональным. Он позволяет клиентам легко заказывать торты, а кондитеру - эффективно управлять своими предложениями и взаимодействовать с клиентами. Веб-сайт станет платформой для презентации продукции, где пользователи смогут ознакомиться с ассортиментом и выбрать подходящий вариант.

Главная страница сайта выполнена в теплых пастельных тонах, создавая атмосферу уюта и праздника (рис.1). В верхней части страницы размещены название кондитерской, слоган и навигационное меню для удобного перемещения между разделами. Для быстрой связи предусмотрены контактные данные. Ниже находится информационный текст, подчеркивающий индивидуальный подход. Под этим текстом расположено

поле для ввода имени и телефона для заказа обратного звонка, а справа – изображение торта. В этом разделе также имеется слайдер с высококачественными изображениями тортов, демонстрирующий разнообразие продукции и позволяющий клиентам быстро ознакомиться с ассортиментом.

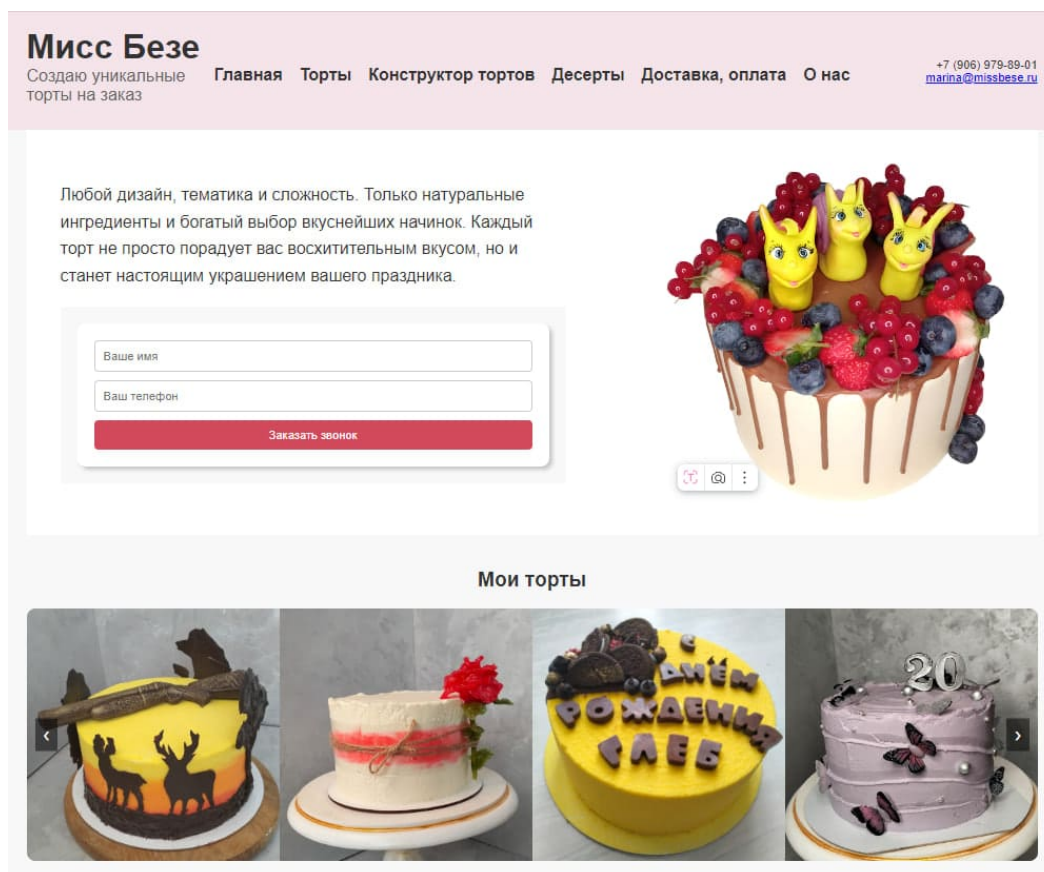


рис.1 Главная страница

В нижней части главной страницы представлен выбор различных десертов с их названиями и возможным составом, что способствует информированию клиентов о доступных вариантах для заказа (рис.2). Этот раздел помогает пользователям легко находить интересующие их десерты, предоставляя информацию о каждом продукте, включая его состав, особенности и возможные вариации. Такой подход делает процесс выбора более удобным и осознанным, так как клиенты могут заранее ознакомиться с ингредиентами и выбрать именно то, что соответствует их вкусам и предпочтениям. Наличие разнообразных десертов позволяет удовлетворить запросы широкой аудитории и привлечь клиентов с различными предпочтениями. Далее на странице расположены часто задаваемые вопросы, которые помогают ответить на распространенные запросы пользователей и устранить возможные сомнения при заказе. Этот раздел служит важным инструментом для повышения уровня обслуживания, так как позволяет клиентам быстро находить ответы на интересующие их вопросы без необходимости обращаться к кондитеру напрямую. Таким образом, пользователи могут получить необходимую информацию в любое время, что значительно улучшает их опыт взаимодействия с сайтом. Часто задаваемые вопросы также способствуют снижению нагрузки на кондитера, позволяя ему сосредоточиться на производстве высококачественных изделий. В самом конце страницы дублируются название и слоган кондитерской, а также контактные данные для удобства пользователей. Справа от этой информации снова размещено поле для ввода имени и телефона для заказа обратного звонка, что демонстрирует открытость кондитера к общению с клиентами и готовность предоставить необходимую поддержку. Это создает дополнительный стимул для пользователей обращаться за консультацией или помощью при выборе продуктов.

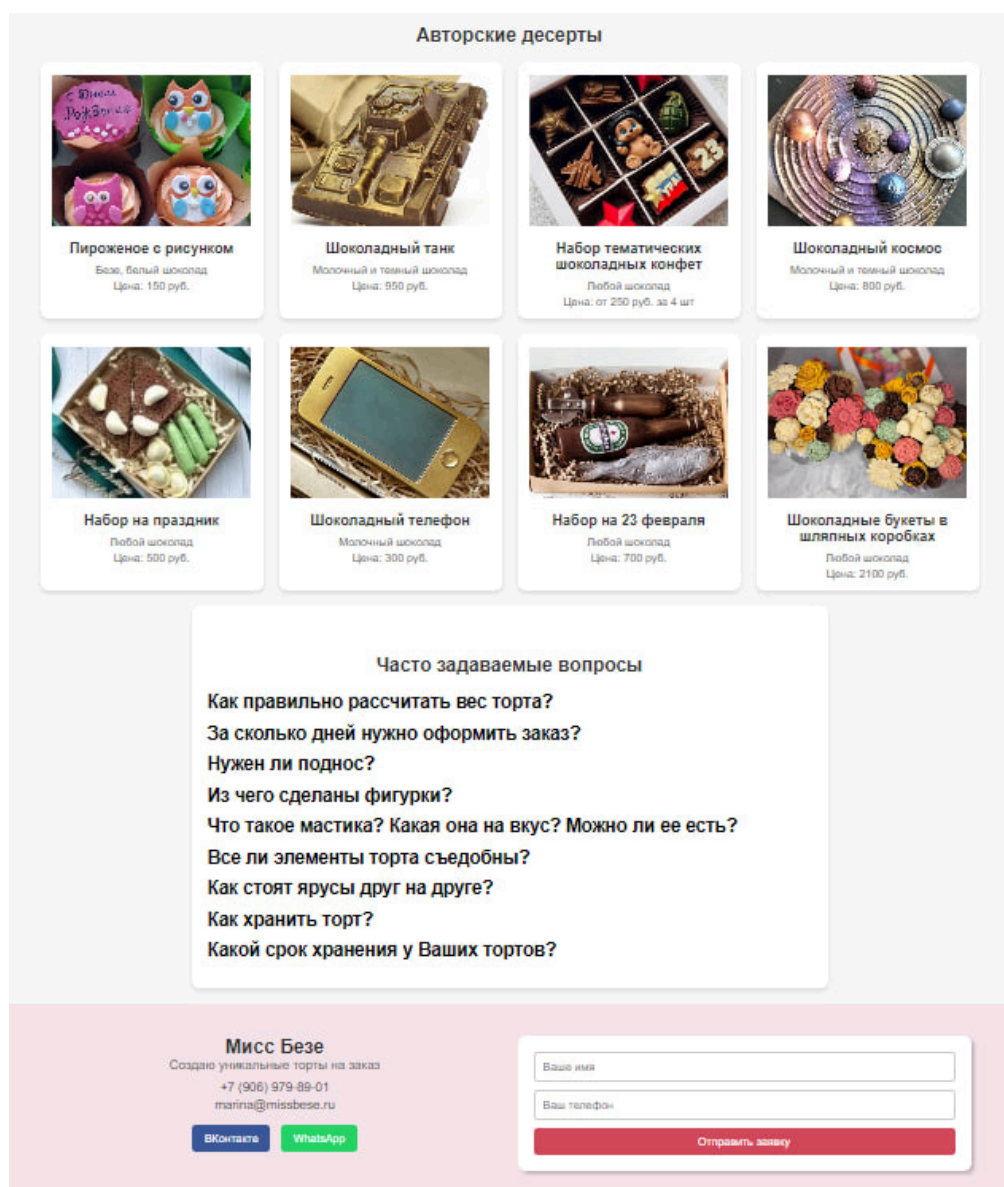


рис. 2 Нижняя часть главной страницы

Страница конфигуратора представляет собой интерактивный интерфейс, который позволит пользователям самостоятельно создавать свои уникальные торты, выбирая из множества опций: от основы и начинки до декора.

Пользователи смогут видеть свои выбранные параметры в режиме реального времени, что значительно улучшает взаимодействие с интерфейсом (рис.3). Кроме того, система предоставляет информацию о ценах на каждую из выбранных опций, что позволяет пользователям понимать примерную стоимость своей конфигурации на каждом этапе (рис.4). Конфигуратор будет включать следующие параметры:

- количество ярусов (1-3);
- форма торта (квадрат, круг);
- покрытие торта;
- начинка;
- декор с возможностью выбора из нескольких вариантов;
- количество порций;
- фото желаемого торта с возможностью загрузить изображения;
- дополнительные пожелания;
- дата и время доставки, а также поле для ввода адреса, имени и номера телефона.

На сайте был реализован адаптивный дизайн, который обеспечивает корректное отображение на любых устройствах. Это особенно важно в наше время, когда многие пользователи предпочитают делать заказы с мобильных устройств. Удобство использования на различных платформах способствует привлечению более широкой аудитории и повышает уровень удовлетворенности клиентов. Адаптивность интерфейса позволяет пользователям легко ориентироваться на сайте, независимо от того, какое устройство они используют, что в свою очередь увеличивает вероятность совершения покупки.

Кроме того, сайт будет интегрирован с аналитическими инструментами, такими как Яндекс.Метрика, что позволит отслеживать поведение пользователей на сайте и улучшать его функциональность на основе собранных данных. Сбор и анализ информации о действиях клиентов помогут выявить наиболее популярные продукты и улучшить пользовательский опыт. Эти данные также позволят кондитеру адаптировать свои предложения в соответствии с предпочтениями клиентов, что сделает сервис более персонализированным и эффективным.

В заключение можно отметить, что разработка веб-сайта для кондитера с уникальным конфигуратором тортов представляет собой инновационное решение в сфере кондитерских изделий. Удобный интерфейс и широкий функционал помогут привлечь новых клиентов и упростить работу самого кондитера. Этот проект отвечает современным требованиям рынка и создает новые возможности для взаимодействия как с клиентами, так и с производителем.

Список источников

1. Шаталова А. Ю., Коротеев М. В. *Основы веб-разработки: учебное пособие*. – М.: КноРус, 2024. – 284 с.
2. Эспозито Д. *Разработка современных веб-приложений: анализ предметных областей и технологий*. – М.: БХВ-Петербург, 2020. – 300 с.
3. Пьюривал С. *Основы разработки веб-приложений*. – М.: Наука, 2024. – 240 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ БИБЛИОТЕЧНЫХ ПРОЦЕССОВ С ПОМОЩЬЮ СОВРЕМЕННЫХ ПЛАТФОРМ УПРАВЛЕНИЯ

Курдова Кристина Андреевна

Сибирский государственный индустриальный университет

k.a.kurdova@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается опыт использования платформы Битрикс24 для оптимизации процессов в научно-технической библиотеке Сибирского государственного индустриального университета. В условиях современного мира, библиотеки все чаще ищут эффективные решения для управления проектами, задачами и коммуникацией, стремясь к повышению своей эффективности. Облачные технологии, такие как Битрикс24, предоставляют необходимые инструменты для отслеживания задач, планирования и оценки результатов, что позволяет библиотекам организовывать работу более структурированно и гибко.

Ключевые слова: автоматизация процессов, Битрикс24, управление проектами, удаленный доступ, облачные технологии, совместный доступ

OPTIMIZATION OF LIBRARY PROCESSES USING MODERN MANAGEMENT PLATFORMS

Kurdova K. A., The Siberian State Industrial University

Abstract. The article discusses the experience of using the Bitrix24 platform to optimize processes in the scientific and technical library of the Siberian State Industrial University. In the modern world, libraries are increasingly looking for effective solutions for project, task, and communication management, striving to increase their effectiveness. Cloud technologies such as Bitrix24 provide the necessary tools for tracking tasks, planning, and evaluating results, which allows libraries to organize their work in a more structured and flexible manner.

Keywords: automation of processes, Bitrix24, project management, remote access, cloud technologies, shared access

В современном мире библиотеки, стремясь к оптимизации работы и повышению эффективности, все чаще ищут решения для управления проектами, задачами и коммуникацией. Внедрение облачных технологий, уже ставшее стандартом для многих организаций, открывает новые возможности для библиотек. Облачные платформы, предлагающие инструменты для отслеживания задач, планирования и оценки результатов, помогают библиотекам организовывать свои проекты более структурированно.

С помощью таких инструментов, как Trello, Asana или Microsoft Teams, сотрудники могут устанавливать приоритеты, назначать ответственных, а также отслеживать прогресс исполнения задач. Это позволяет библиотекам оперативно реагировать на изменения и адаптировать стратегии в зависимости от текущих потребностей и вызовов.

Более того, облачные технологии способствуют внедрению гибких методологий управления проектами, таких как Agile или Scrum. Эти подходы предполагают итеративное выполнение задач, что способствует максимальному удовлетворению потребностей сообщества и повышают качество библиотечных услуг.

Коллектив сотрудников научно-технической библиотеки Сибирского государственного индустриального университета поставил задачу решить проблему удаленности сотрудников разных отделов. Так, абонемент научно-технической литературы библиотеки расположен в металлургическом корпусе, тогда как другие отделы, включая администрацию, находятся в главном корпусе на 5 этажах. Всего в библиотеке 4 отдела, состоящих из 18 сотрудников. Каждый отдел решает разные задачи по типу, по сроку, по сложности, но при этом все они единый организм.

Для решения поставленной задачи по систематизации и автоматизации процессов и для оперативного взаимодействия между специалистами в декабре 2023 года была введена практика использования платформы Битрикс24. Платформа Битрикс24 является инструментом для автоматизации бизнес-процессов, управления проектами и коммуникации внутри организации. Немаловажным доводом при выборе платформы для внутрикорпоративной и управленческой связи является создание Битрикс24 отечественными разработчиками.

К основным функциям Битрикс24 относятся:

1. Планирование и контроль задач. Битрикс24 предлагает инструмент для этих целей, значительно упрощая процесс координации и отслеживания выполнения задач. Использование Битрикс24 создавать проекты с любым уровнем сложности и многочисленными подзадачами, при этом каждая задача может иметь свои приоритеты, сроки и ответственных сотрудников. Эта система обеспечивает прозрачность и четкость во всех этапах выполнения задач, что значительно улучшает общую продуктивность команды.

2. Документооборот. Битрикс24 включает облачное хранилище, что позволяет управлять документами, связанными с персоналом (трудовыми договорами, должностными инструкциями, отчетами, планами).

3. Коммуникационная система. Привычные программы-мессенджеры типа Viber и WhatsApp не только давно утратили преимущества эффективной связи между сотрудниками одной компании, но и стали трактоваться вышестоящими органами как «нежелательные к использованию во внутрикорпоративных целях». Поэтому на смену таким мессенджерам пришли другие приложения [1]. Платформа предусматривает возможность создавать рабочие чаты. Важно отметить также инструменты для видеосвязи и вебинаров.

4. Ведение аналитической отчетности. Используя аналитику и отчетность, предоставляемую Битрикс24, руководители библиотек могут легко отслеживать прогресс, выявлять сильные и слабые стороны в подготовке персонала, а также своевременно принимать меры для улучшения их компетенций.

5. Мобильность. Неоспоримым преимуществом Битрикс24 перед другими платформами является его независимость от местоположения сотрудника. Существует несколько способов использования программы – с помощью браузера, десктопной версии на стационарном рабочем месте и с помощью мобильного приложения.

6. Информационная безопасность. Для обеспечения безопасности Битрикс24 оснащен проактивным фильтром Web Application Firewall, который представляет комплекс специализированных инструментов, выполняющих фильтрацию трафика, и обеспечивает защиту от большинства известных атак на веб-приложения [2].

При всей эффективности платформы можно выделить ряд минусов в процессе работы с ней. Однако следует сказать, что эти минусы свойственны для всех современных средств коммуникации. Дело в том, что одним из важных вызовов для руководства библиотек является необходимость адаптации сотрудников к новым технологиям и цифровым инструментам. Однако многие сотрудники, особенно те, кто работает в библиотеке много лет, испытывают трудности с освоением новых систем и приложений. В этих случаях руководству библиотеки необходимо выработать методику обучения сотрудников всем необходимым навыкам.

Говоря о минусах Битрикс24, М. О. Смольянинова отмечает, у пользователей могут возникать сложности при настройке и конфигурации системы под особенности конкретного бизнеса. Так же среди минусов стоит отметить высокую стоимость: Битрикс24 является платным ПО, и его лицензирование может быть дорогим для некоторых бизнесов, особенно для небольших компаний с ограниченным бюджетом. [3]

Таким образом, можно сделать вывод, что, обладая широким функционалом, Битрикс24 может заменить сразу несколько платформ, таких как Skype, электронная почта, облачное хранилище, мессенджер. Все эти функции доступны в бесплатном тарифе программы.

Обсуждение

Для обсуждения мы предлагаем пример задействования платформы Битрикс24 в работе сотрудников научно-технической библиотеки Сибирского государственного индустриального университета

Одной из постоянных задач, выполняемых библиотекарями, является Регистрация студентов первого курса в Электронно-библиотечной системе. Ежегодно университет принимает около 3000 новых студентов, и важно обеспечить для них доступ ко всей необходимой литературе. Сотрудники библиотеки печатают, ламинируют и выдают читательские билеты, а также знакомят новых пользователей со всеми ресурсами, необходимыми для обучения.

Для автоматизации этой задачи администратор платформы разделил задачу на чек-листы, где обозначил сотрудников, ответственных за определенные действия. В данном случае задача состояла из подготовки, организации и практической части. Весь ход исполнения задания был отображен в общей задаче (рис. 1), и руководство библиотеки наглядно видело как прогресс, так и проблемные места.

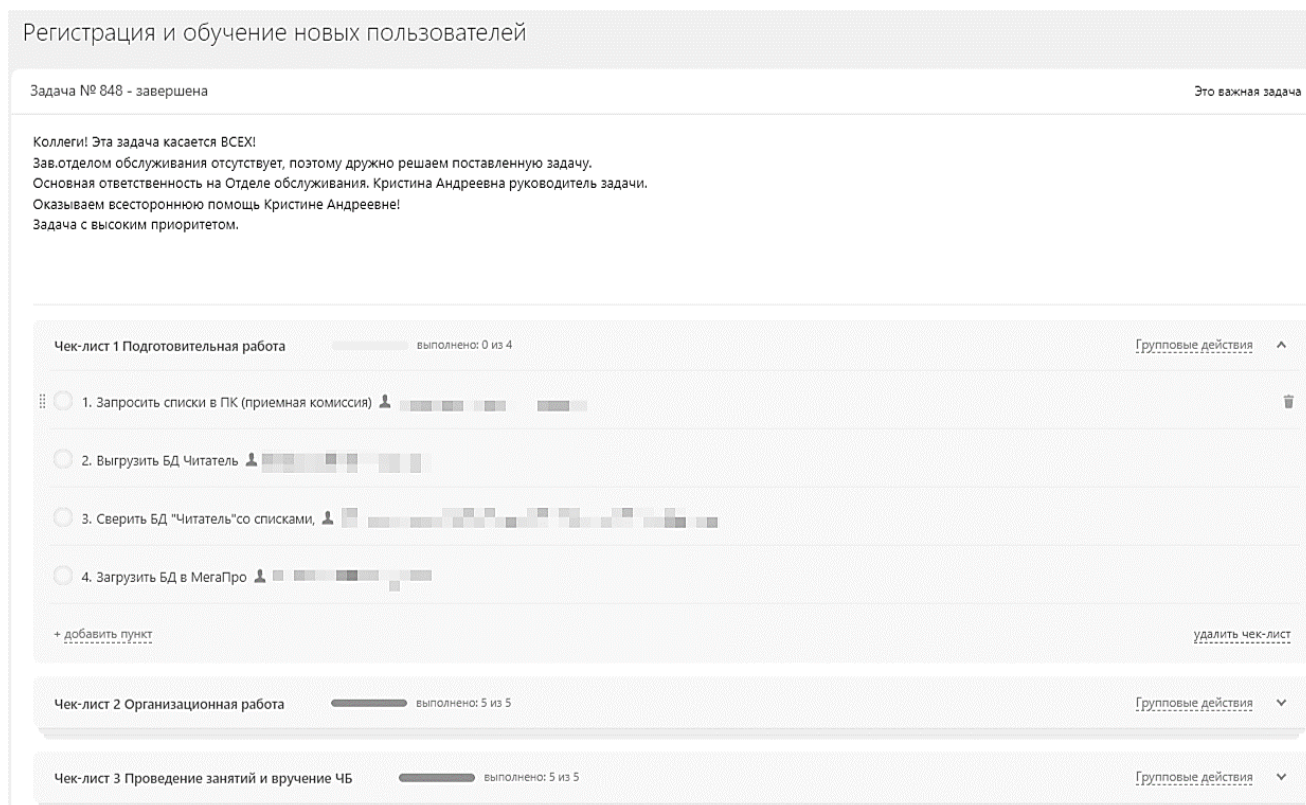


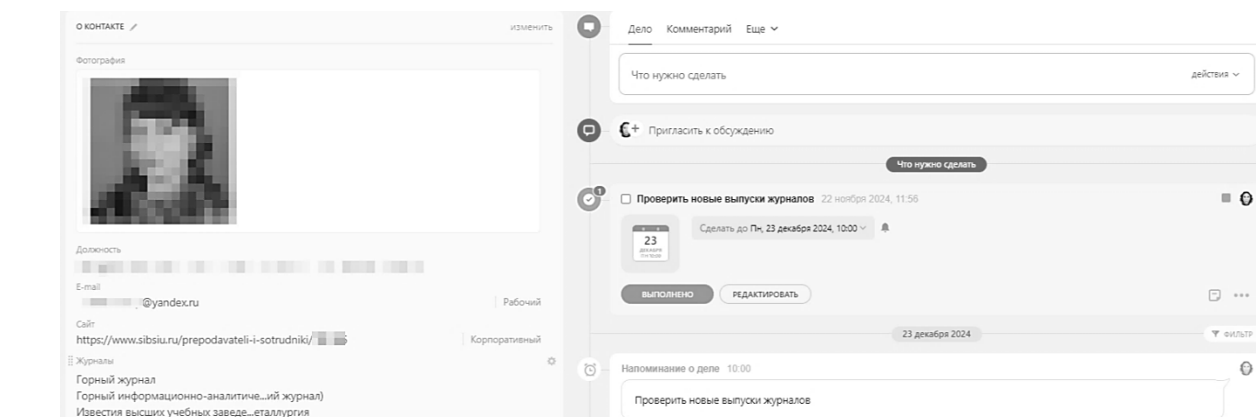
рис. 1. Отображение задачи «Регистрация студентов»

Применение Битрикс24 в вышеописанном случае не только организовало слаженную работу персонала библиотеки, но и помогло выполнить поставленную задачу в сроки, установленные руководством.

Система Битрикс24 обеспечивает возможность ведения полнофункциональной базы контактов, что способствует более качественному и структурированному учету пользователей. Благодаря реализации механизмов мониторинга выполнения заявок, осуществляется повышение оперативности и результативности в работе с обращениями пользователей, что, в свою очередь, способствует улучшению уровня обслуживания и удовлетворенности читателей.

Информационно-библиографический отдел осуществляет услугу рассылки содержаний научных журналов. В целях повышения эффективности данного процесса создается и поддерживается база данных, в которой фиксируются все взаимодействия с пользователями (рис. 2).

На основании собранной информации формируется график рассылок, благодаря чему научные сотрудники своевременно получают обновления о новых поступлениях, что способствует их вовлеченности в актуальные исследования и публикации. Таким образом, использование автоматизированных систем, таких как Битрикс24, предоставляет заметные преимущества в работе библиографа, способствуя оптимизации всех этапов



взаимодействия с читателями.

рис. 2. Система взаимоотношения с клиентами (CRM)

Рекомендации по внедрению управления проектами в Битрикс24

Внедрение управления проектами в системе Битрикс24 представляет собой важный шаг для повышения эффективности работы команды и достижения запланированных результатов. Первоначально необходимо четко определить цели и задачи, которые вы хотите достичь с помощью этой платформы. В качестве подготовительного этапа потребуется провести анализ текущих процессов, чтобы определить, какие задачи можно автоматизировать, а также выявить участки, которые требуют особого внимания.

Для успешной интеграции инструмента очень важно обеспечить обучение сотрудников основам работы с Битрикс24. Все члены команды должны понимать, как пользоваться доступными функциями для управления проектами, чтобы в полной мере использовать потенциал системы.

Мониторинг и анализ выполнения задач – это следующая важная составляющая успешного управления проектами. Регулярно проверяйте статус выполнения задач, чтобы выявлять узкие места и реагировать на возникшие проблемы. После завершения проектов произведите анализ выполненных задач для выявления успешных практик и областей, требующих улучшений.

Заключение

Проанализировав материалы научных исследований, мы пришли к выводу, что в практиках работы университетских библиотек редко используют такие многозадачные программы, как Битрикс24. Опираясь на собственный опыт, можем рекомендовать использование платформы как для внутрикорпоративных задач, так и для работы с пользователями. Внедрение в практику использования Битрикс24 позволит значительно упростить работу сотрудников и сократит отрыв от основной деятельности до минимума. Кроме того, программа не только помогает организовать работу сотрудников, но и способствует созданию более тесных и продуктивных связей внутри коллектива.

Список источников

1. Об информации, информационных технологиях и о защите информации : Федеральный закон от 27 июля 2006 г. N 149-ФЗ : [Принят Государственной Думой 8 июля 2006 года : одобрен Советом Федерации 14 июля 2006 года]. – Текст : электронный // Гарант : информационно правовой портал. – Москва, 2002. – Загл. с титул. экрана. – URL: <https://base.garant.ru/12148555/?ysclid=m18ykn2qeb939577731> (дата обращения: 23.01.2025).
2. Остапенко, И. Н. Информационная безопасность Битрикс-24 / И. Н. Остапенко // Проблемы информационной безопасности социально-экономических систем : труды IX Международной научно-практической конференции, Гурзуф, 02–04 марта 2023 года. – Симферополь : Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, 2023. – С. 70–71.
3. Смольянинова, М. О. Битрикс-24: плюсы и минусы системы / М. О. Смольянинова. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2023. – № 31 (478). – С. 15–17.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ ДТП

Лапицкий Виталий Дмитриевич

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Кораблина Татьяна Валентиновна, д.т.н.

vitalik.lapiczkiy.01@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается анализ методов прогнозирования вероятности ДТП в зависимости от различных факторов, также рассматриваются какие методы позволяют повысить точность прогнозирования. Выделены современные подходы к прогнозированию аварий с использованием машинного обучения и анализа данных. Отмечено, что метод случайного леса и регуляризация градиентного спуска наиболее эффективны в прогнозировании вероятности ДТП. В выводе отмечено, что различные методы хорошо используются при определенных условиях.

Ключевые слова: методы прогнозирования, машинное обучение, анализ данных, данные, качество, модель.

ANALYSIS OF METHODS FOR PREDICTING THE PROBABILITY OF TRAFFIC ACCIDENTS

Lapitsky V. D., Siberian State Industrial University

Korablina T.V., d.s.c. Siberian State Industrial University

Abstract. The article examines the analysis of methods for predicting the probability of traffic accidents depending on various factors, as well as methods that improve the accuracy of predictions. Modern approaches to accident prediction using machine learning and data analysis are highlighted. It is noted that the random forest method and gradient boosting regularization are most effective in predicting the probability of traffic accidents. The conclusion notes that different methods are well used under certain conditions.

Keywords: prediction methods, machine learning, data analysis, data, quality, model.

В работе рассмотрены методы, используемые для прогнозирования вероятности дорожно-транспортных происшествий (ДТП) и проведен их сравнительный анализ. Особое внимание уделено факторам, наиболее существенно влияющих на вероятность ДТП, таким как дорожные условия такие как тип покрытия дороги, погодные условия и техническое состояние покрытия, транспортные потоки и влияние внешней среды, к которым относятся темное время суток, неблагоприятные погодные условия, опасное состояние дорожного покрытия, перегруженность дороги транспортными средствами, проведение дорожно-ремонтных работ. Их анализ позволит более точно оценить вероятность возникновения аварий, выявить существующие проблемы и предложить пути их решения, способствуя тем самым повышению безопасности на дорогах и снижению числа ДТП.

Использование методов машинного обучения позволяет повысить точность прогнозирования, особенно в контексте сложных сценариев, таких как аварии с участием пешеходов. Эти алгоритмы способны интегрировать многообразные данные, включая телеметрию, метеорологические условия и характеристики транспортных потоков [1].

Статистические методы в прогнозировании позволяют анализировать прошлые данные и выявлять тенденции, которые можно использовать для предсказания будущих событий. Они включают в себя такие подходы, как регрессия, временные ряды и вероятностные модели, которые помогают принимать обоснованные решения на основе количественной информации. Помимо использования статистических моделей и машинного обучения, стоит также отметить применение географического анализа. Этот подход позволяет выделить аварийные участки на основе пространственного распределения происшествий. Например, анализ дорожных условий и характеристик трасс может помочь определить, где необходимо улучшить инфраструктуру для снижения вероятности аварий [3].

Имеются и более специализированные методы, позволяющие прогнозировать ДТП на основе специфических историй происшествий. Некоторые исследования сосредоточены на изучении временных зависимостей и паттернов в данных. Так, в работе [4], нацеленной на моделирование зависимости между факторами риска и ДТП, подчеркнута значимость временных оценок и анализа трендов.

Следует отметить, что в процессе разработки прогностических моделей важно учитывать, как количественные, так и качественные данные. Это может включать в себя не только статистику ДТП, но и социологических факторов, таких как поведенческие особенности водителей и их отношение к правилам дорожного движения. Таким образом, более эффективный подход к прогнозированию возможного возникновения ДТП требует применения интеграции разнородных данных из различных источников, а также их научной интерпретации на разных уровнях [2].

Методы прогнозирования ДТП по своему характеру должны быть адаптированы под конкретные условия исследования. Задачи различаются в зависимости от наличия данных, особенностей исследуемых территорий и целевых показателей. Поэтому, несмотря на развитие технологий и теоретических подходов, остается актуальным вопрос оптимизации и комбинирования различных методов, чтобы достичь наилучших результатов в снижении числа ДТП и повышения безопасности на дорогах.

Существуют современные подходы к прогнозированию аварий с использованием машинного обучения и анализа данных. Машинное обучение делится на обучение с учителем, обучение без учителя и обучение с подкреплением.

Обучение без учителя:

- Уменьшение размерности;
- Обнаружение признаков;
- Обнаружение структуры;
- Визуализация больших данных;
- Сжатие с сохранением смысла.
- Кластеризация:
- Рекомендательные системы;
- Целевой маркетинг;
- Сегментация клиентов.

Обучение с подкреплением:

- Приобретение навыков;
- Управление роботом;
- Решения реального времени;
- Игровой ИИ.

Обучение с учителем:

- Регрессия, применяется в прогнозах, оценке продолжительности жизни и т.д.;
- Классификация, применяется в диагностике, классификации изображений и т.д.

Современные подходы к прогнозированию с использованием методов машинного обучения позволяют анализировать большие объемы данных и выявлять скрытые зависимости между различными факторами, влияющими на вероятность аварий. Например, алгоритмы XGBoost (регуляризация градиентного спуска) и Random Forest (случайный лес) показали свою эффективность в классификации и регрессии, позволяя в значительной мере повысить точность прогнозирования вероятности ДТП и оценку тяжести последствий [5]. Применение нейронных сетей предоставляет возможность устанавливать более глубокие закономерности в данных, что может быть особенно полезным при анализе сложных взаимодействий между различными переменными [6].

Полезным инструментом для улучшения качества прогнозов является AutoML – автоматизированные методы машинного обучения. Они облегчают процесс выбора моделей и гиперпараметров, а также автоматизируют многие шаги предварительной обработки данных, что значительно ускоряет разработку и внедрение предсказательных моделей [7]. Эти технологии особенно актуальны при анализе данных с видеорекамер, где необходимо быстро и точно обрабатывать потоки изображений для распознавания ДТП в реальном времени.

Широкое применение находят и другие модели для прогнозирования, такие как логистическая регрессия, которая, несмотря на свою простоту, может эффективно использоваться для выделения значимых факторов риска [8]. Исследования показывают, что комбинированный подход, включающий как простые модели, так и более сложные алгоритмы, помогает достичь лучшего результата в прогнозировании и оценке серьезности ДТП.

Важно отметить и качество входных данных, которое существенно влияет на итоговые результаты. Предварительная обработка данных, включая очистку и нормализацию, позволяет повысить надежность

моделей. Например, некачественные данные могут привести к ложным выводам о факторах, способствующих авариям, и неправильным рекомендациям для повышения безопасности на дорогах [9].

Результаты анализа исторических данных о ДТП могут быть использованы для рационального распределения ресурсов экстренных служб и предсказания мест, времени и типов нарушений правил дорожного движения. Это, в свою очередь, может способствовать снижению числа ДТП и повышению общей безопасности дорожного движения. Также следует упомянуть о важности разработки индивидуальных стратегий для разных регионов, учитывающих специфические дорожные условия и поведение водителей.

Использование качественного анализа помогает выявить причины происшествий, учитывая взаимодействие элементов системы «водитель – автомобиль – дорога – среда» [10]. Этот подход позволяет сформировать обширное понимание факторов, влияющих на возникновение ДТП.

Статистические данные, полученные из официальных источников, играют важную роль в формировании выборки для анализа. Использование данных о ДТП из региональных и федеральных баз позволяет выявлять закономерности и тренды, характерные в целом для произошедших ДТП, так и характерные именно для конкретного региона, населенного пункта, участка трассы и т.п., что критически важно для дальнейшего прогнозирования [11].

Широкое применение в этом контексте находят методы прогнозирования, основанные на экстраполяции. Они включают в себя анализ динамики ДТП с учетом сезонности и повторяемости. Такие модели, ~~такие~~ как метод коэффициентов аварийности, позволяют оценить степень влияния различных факторов на вероятность ДТП, что важно для понимания роли как человеческого фактора, так и дорожной инфраструктуры [12]. В частности, использование таких методов может привести к повышению точности предсказания на основе исторических данных.

Факторный анализ представляет собой метод, который позволяет выделить ключевые факторы, влияющие на уровень аварийности. Например, применение методов главных компонент (РСА) дает возможность выявить участки на дорогах, где вероятны ДТП с тяжкими последствиями. Это особенно актуально для формирования принятия предупреждающих мер по улучшению безопасности на таких участках [10].

Вероятностные методы оценки, рассматривающие различные элементы дорожной инфраструктуры, помогают сравнивать их влияние на вероятность ДТП на различных участках дороги. Это необходимо для разработки стратегий снижения аварийности, включая улучшения в проектировании и обслуживании дорожной сети [13]. К примеру, данные о состояниях дорожного покрытия, типах знаков и светофоров могут оказать существенное воздействие на уровень безопасности.

Использование машинного обучения и больших данных позволяет автоматизировать процесс оценки факторов, влияющих на вероятность ДТП. Data Science, например, активно применяются в каршеринговых компаниях для идентификации зависимостей между различными факторами, такими как опыт водителя, погодные условия и состояние транспортного средства, что позволяет оперативно реагировать на изменения в ситуации на дорогах [14].

При построении прогностических моделей критически важными вопросами являются вопросы качества и надежности данных. Исследования показывают, что качество прогнозирования на основании зашумленных и искаженных данных, неправильно выбранных факторов значительно снижается [12]. Поэтому важно при интеграции данных из разнообразных источников использовать все имеющиеся в арсенале исследователя средства повышения их качества и достоверности.

Таким образом, можно утверждать, что в настоящее время для прогнозирования вероятности ДТП используются как традиционные методы, основанные на статистике, факторном анализе, так и современные, основанные на использовании машинного обучения и анализа больших данных, что способствует снижению аварийности на дорогах и более эффективному использованию ресурсов для повышения безопасности дорожного движения.

Список литературы

1. Систематический обзор статистических моделей и результатов... [Электронный ресурс] // tr-page.yandex.ru - Режим доступа: <https://tr-page.yandex.ru/translate?lang=en-ru&url=https://systematicreviewsjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13643-020-01475-7>, свободный. - Загл. с экрана
2. Прогнозирование статистических данных автомобильных [Электронный ресурс] // ipi1.ru - Режим доступа: <https://ipi1.ru/images/pdf/2021/163/prognozirovanie-statisticheskikh.pdf>, свободный. - Загл. с экрана
3. Специальность 05.22. 10 — Эксплуатация автомобильного... [Электронный ресурс] // oreluniver.ru - Режим доступа: https://oreluniver.ru/public/file/defence/a_novikov_ivan_alekseevich_20.03.2020.pdf, свободный. - Загл. с экрана

4. Диссертация на тему «Методология прогнозирования...» [Электронный ресурс] // www.dissercat.com - Режим доступа: <https://www.dissercat.com/content/metodologiya-prognostirovaniya-i-preduprezhdeniya-dorozhno-transportnykh-proisshествий>, свободный. - Загл. с экрана
5. Конончук Э. В., Ермоленко Т. В., Шишунов Т. О. МОДЕЛИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТИ ПОЯВЛЕНИЯ ДТП И ЕГО СЕРЬЕЗНОСТИ // Проблемы искусственного интеллекта. 2022. №1 (24). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modeli-mashinnogo-obucheniya-dlya-otsenki-veroyatnosti-poyavleniya-dtp-i-ego-serieznosti> (15.01.2025).
6. (PDF) Road Car Accident Prediction Using... [Электронный ресурс] // www.researchgate.net - Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/369557935_road_car_accident_prediction_using_a_machine-learning-enabled_data_analysis, свободный. - Загл. с экрана
7. Решение для машинного Обучения, Прогнозирующее Тяжесть... [Электронный ресурс] // tr-page.yandex.ru - Режим доступа: <https://tr-page.yandex.ru/translate?lang=en-ru&url=https://www.analyticsvidhya.com/blog/2023/01/machine-learning-solution-predicting-road-accident-severity/>, свободный. - Загл. с экрана
8. Прогнозирование степени тяжести последствий ДТП... [Электронный ресурс] // vestnikvvt.ru - Режим доступа: <https://vestnikvvt.ru/ru/journal/article?id=1059>, свободный. - Загл. с экрана
9. Prediction of Road Accidents using Machine Learning Algorithms... [Электронный ресурс] // papers.ssrn.com - Режим доступа: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4460883, свободный. - Загл. с экрана
10. Методы анализа ДТП [Электронный ресурс] // studfile.net - Режим доступа: <https://studfile.net/preview/4313865/page:5/>, свободный. - Загл. с экрана
11. Аварийность на дорогах: новые методы анализа - ООО... [Электронный ресурс] // dornadzor-sz.ru - Режим доступа: <https://dornadzor-sz.ru/nashi-publikaczii/avarijnost-na-dorogah-novye-metody-analiza/>, свободный. - Загл. с экрана
12. Банушкина Нина Анатольевна, Печатнова Елена Владимировна Повышение эффективности прогнозирования ДТП на автомобильных дорогах вне населенных пунктов на основе разработки экспертной системы // Известия Алтайского государственного университета. 2015. №1 (85). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-effektivnosti-prognostirovaniya-dtp-na-avtomobilnyh-dorogah-vne-naselennyh-punktov-na-osnove-razrabotki-ekspertnoy-sistemy> (15.01.2025).
13. Data Scientist решил: составить зависимость вероятности ДТП... [Электронный ресурс] // habr.com - Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/otus/articles/485944/>, свободный. - Загл. с экрана
14. Методы выявления участков концентрации ДТП — Мегаобучалка [Электронный ресурс] // megaobuchalka.ru - Режим доступа: <https://megaobuchalka.ru/13/47452.html>, свободный. - Загл. с экрана

ЭФФЕКТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЗАДАЧАМИ В СОВРЕМЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ: РАЗРАБОТКА ВЕБ–ПРИЛОЖЕНИЯ

Ларин Никита Маратович

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева

Научный руководитель: Буйная Елена Васильевна, к.э.н., доц.

larin_nikita_m@mail.ru

Аннотация. Управление задачами в современных условиях требует прозрачности, равномерного распределения ресурсов, контроля сроков и эффективной коммуникации. Разработанное веб–приложение решает эти задачи, предлагая табличное, Kanban–доску и календарное представления данных. Это повышает продуктивность и координацию команды, а его алгоритмы и гибкие представления делают его удобным для организаций.

Ключевые слова: управление задачами, эффективность, веб–приложения, инструменты управления задачами, проблемы управления задачами, распределение ресурсов.

EFFECTIVE TASK MANAGEMENT IN MODERN ORGANIZATIONS: DEVELOPMENT OF A WEB APPLICATION

Larin N.M., Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev

Buinaya E.V., Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

Abstract. Task management in modern environments requires transparency, even distribution of resources, deadline control, and effective communication. The developed web application addresses these challenges by offering tabular, Kanban board, and calendar views of data. This enhances team productivity and coordination, and its algorithms and flexible displays make it convenient for organizations.

Keywords: task management, efficiency, web applications, task management tools, task management challenges, resource allocation.

Введение

В условиях глобализации и цифровизации, эффективное управление задачами становится ключевым фактором успешного функционирования организаций. Отсутствие эффективных инструментов и процессов управления задачами приводит к ряду проблем, таких как непрозрачность, неравномерное распределение ресурсов, задержки в выполнении задач, потеря информации, сложность коммуникации и снижение общей продуктивности.

Целью данного исследования является разработка удобного, эффективного и централизованного инструмента для управления задачами, который позволит организациям оптимизировать свою деятельность и повысить общую производительность. В статье рассматриваются основные проблемы, связанные с управлением задачами, и предлагается решение на основе создания веб–приложения.

Описание проблемы

Эффективное управление задачами требует внедрения современных технологий и инструментов, которые обеспечивают прозрачность, контроль и координацию работы сотрудников. Основные проблемы, с которыми сталкиваются организации, включают:

1. Непрозрачность: сложно отслеживать статус задач, их исполнителей и сроки выполнения.
2. Неэффективное распределение ресурсов: задачи могут быть распределены неравномерно, что приводит к перегрузке одних сотрудников и недогрузке других.
3. Задержки: отсутствие контроля и прозрачности приводит к задержкам в выполнении задач, что негативно сказывается на сроках проекта.
4. Потеря информации: информация о задачах разбросана по различным источникам, что затрудняет её поиск и использование.
5. Сложность коммуникации: командам сложно эффективно общаться и координировать работу над задачами.
6. Низкая продуктивность: все вышеперечисленные проблемы приводят к снижению общей продуктивности команды и организации.

Эти проблемы требуют разработки удобного и эффективного инструмента для управления задачами, который позволит легко отслеживать статус задач, равномерно распределять ресурсы, предотвращать задержки и обеспечивать прозрачность коммуникации.

Цели и задачи проекта

Основной целью проекта является разработка удобного, эффективного и централизованного инструмента для управления задачами, который позволит организациям решать указанные проблемы. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

1. Создание удобного интерфейса для просмотра, добавления и редактирования задач.
2. Разработка системы отслеживания статуса задач и контроля их выполнения.
3. Внедрение механизмов равномерного распределения задач между сотрудниками.
4. Обеспечение прозрачности выполнения задач и доступности информации для всех участников проекта.
5. Разработка алгоритмов для автоматической генерации отчетов по задачам.

Описание источников, способа доступа к информации, а также её структуру и взаимосвязи

Основным источником информации в веб-приложении являются задачи, создаваемые пользователями. Каждая задача представляет собой структурированный набор данных, включающий следующие атрибуты:

- **Название задачи:** краткое и ясное описание задачи.
- **Описание задачи:** более подробное пояснение того, что необходимо сделать.
- **Приоритет:** уровень важности задачи (например, высокий, средний, низкий).
- **Статус:** текущее состояние задачи (например, «В очереди», «В работе», «Завершено»).
- **Срок выполнения:** дата и/или время, к которому задача должна быть выполнена.
- **Исполнитель:** пользователь, ответственный за выполнение задачи.
- **Дата создания:** дата и время создания задачи.
- **Метки/теги:** категории или ключевые слова для классификации задач.

Пользователи могут получить доступ к информации о задачах через различные представления, предоставляемые приложением:

1. **Табличное представление:** задачи отображаются в виде таблицы со столбцами, представляющими атрибуты задач. Это позволяет пользователям просматривать большой объем информации, фильтровать и сортировать задачи по различным критериям (рис. 1).

My Tasks
View all your tasks here

Table Kanban Calendar + New

All statuses All assignees All projects Due date

Task Name	Project	Assignee	Due Date	Status
Написать отчет	Диплом	Pomedor Red	January 10th, 2025	Todo
Создать презентацию	Диплом	Pomedor Red	January 31st, 2025	Backlog
Написание диплома	Диплом	Pomedor Red	January 31st, 2025	In Progress

Previous Next

рис.1 Табличное представление задач

2. **Kanban-доска:** задачи отображаются в виде карточек, сгруппированных по столбцам, представляющим статусы. Это позволяет визуально отслеживать прогресс выполнения задач и перемещать их между статусами (рис. 2).
3. **Календарное представление:** задачи отображаются на календаре, что позволяет пользователям видеть сроки выполнения задач и распределение нагрузки по времени (рис. 3).

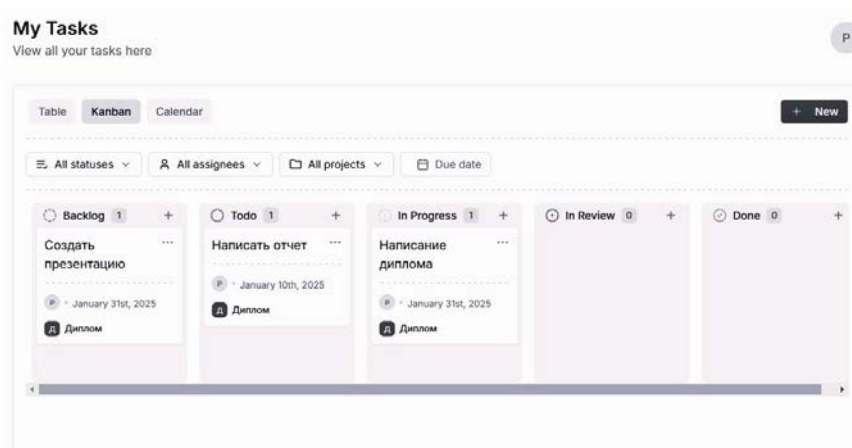


рис.2 Kanban-доска

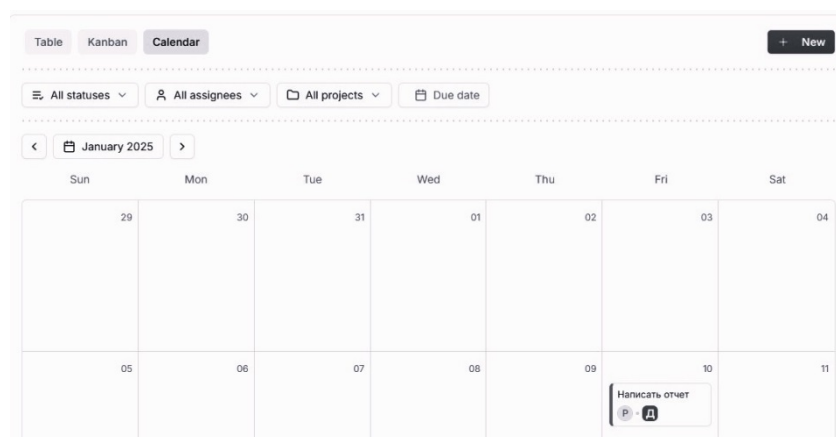


рис.3 Календарное представление

Эти представления обеспечивают различные способы взаимодействия с информацией о задачах, что позволяет пользователям выбрать наиболее удобный для них способ работы.

Информация о задачах структурирована и организована для удобства взаимодействия пользователей. Каждая задача представляет собой объект с атрибутами, хранящимися в базе данных. Данные о задачах могут быть представлены в различных форматах, таких как JSON или XML, для интеграции с другими системами.

Структура выходного отчета, алгоритмы обработки исходной информации

Выходной отчет, формируемый веб-приложением, представляет собой структурированную сводку по задачам (рис. 4). Он может включать следующие данные:

- **Список задач:** полный список задач с основными атрибутами (название, приоритет, статус, срок выполнения, исполнитель).
- **Статистика по статусам:** количество задач в каждом статусе.
- **Распределение задач по исполнителям:** количество задач, назначенных на каждого исполнителя.
- **Задачи по срокам:** список задач с истекающим сроком или просроченных задач.
- **Сводная информация по меткам:** количество задач, связанных с каждой меткой.

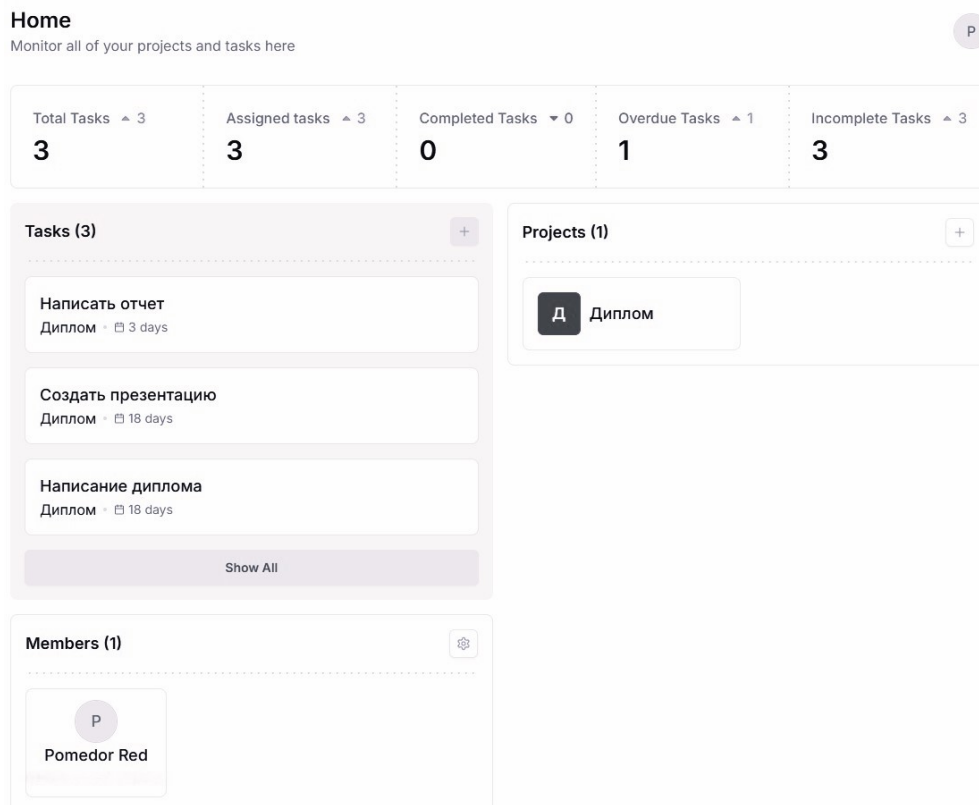


рис.4 Статистика по задачам

Алгоритмы обработки исходной информации включают:

1. **Получение данных:** backend извлекает сырые данные из базы данных.
2. **Фильтрация и сортировка:** данные отбираются и упорядочиваются в соответствии с заданными критериями.
3. **Агрегация и анализ:** данные сводятся в структурированные отчеты или сводки для выявления закономерностей.
4. **Формирование отчета:** данные преобразуются в удобный для отображения формат (например, JSON).
5. **Предоставление данных:** подготовленные данные отправляются на клиентскую часть приложения.

Рассмотрим несколько примеров, иллюстрирующих основные этапы предварительной обработки информации:

1. **Список задач:** backend выбирает задачи, фильтрует их по статусу и отправляет массив объектов на frontend.
2. **Kanban-доска:** задачи группируются по статусам и отправляются на frontend в структурированном виде.
3. **Отчет:** backend выполняет запросы, агрегирует данные и формирует документ (например, JSON), который отправляется на frontend.

Рассмотрим пример кода, который демонстрирует основные этапы предварительной обработки на практике (рис. 5).

```

.get('/:workspaceId/analytics', sessionMiddleware, async ctx => {
  ...
  const now = new Date();
  const thisMonthStart = startOfMonth(now);
  const thisMonthEnd = endOfMonth(now);
  const lastMonthStart = startOfMonth(subMonths(now, 1));
  const lastMonthEnd = endOfMonth(subMonths(now, 1));

  const thisMonthTasks = await databases.listDocuments(
    DATABASE_ID,
    TASKS_ID,
    [
      Query.equal('workspaceId', workspaceId),
      Query.greaterThanEqual(
        '$createdAt',
        thisMonthStart.toISOString(),
      ),
      Query.lessThanEqual('$createdAt', thisMonthEnd.toISOString()),
    ],
  );

  const lastMonthTasks = await databases.listDocuments(
    DATABASE_ID,
    TASKS_ID,
    [
      Query.equal('workspaceId', workspaceId),
      Query.greaterThanEqual(
        '$createdAt',
        lastMonthStart.toISOString(),
      ),
      Query.lessThanEqual('$createdAt', lastMonthEnd.toISOString()),
    ],
  );

  const taskCount = thisMonthTasks.total;
  const taskDifference = taskCount - lastMonthTasks.total;

  const thisMonthAssignedTasks = await databases.listDocuments(...);
  const lastMonthAssignedTasks = await databases.listDocuments(...);

  const assignedTaskCount = thisMonthAssignedTasks.total;
  const assignedTaskDifference =
    assignedTaskCount - lastMonthAssignedTasks.total;

  ...

  return ctx.json({
    data: {...},
  });
})

```

Рис. 5 Пример кода на стороне backend для обработки данных

В этом примере:

- Данные пользователя и рабочей области извлекаются из контекста приложения.
- Проверяется доступ пользователя к рабочей области.
- Определяются даты начала и конца текущего и предыдущего месяцев.
- Выполняются запросы к базе данных для получения задач за текущий месяц.
- Подсчитываются общее количество задач и разница между текущим и предыдущим месяцами.
- Результаты агрегируются в объект и отправляются на frontend.

На стороне frontend компонент `<Analytics />` отображает полученные данные в виде карточек с аналитикой. Это позволяет пользователям быстро и удобно получать необходимую информацию (рис. 4).

Заключение

Эффективное управление задачами является ключевым фактором успеха современных организаций. Разработанное веб-приложение позволяет решить основные проблемы, связанные с управлением задачами, такие как непрозрачность, неравномерное распределение ресурсов, задержки, потеря информации, сложность коммуникации и низкая продуктивность. Внедрение данного инструмента позволит организациям повысить общую продуктивность, улучшить координацию работы сотрудников и обеспечить прозрачность выполнения задач.

Список источников

1. Адизес, И. К. Управление жизненным циклом корпорации / И. К. Адизес ; пер. с англ. под ред. А. Г. Сеферяна. - СПб. : Питер, 2011. - 384 с.
2. Брукс, Ф. Мифический человек-месяц, или Как не надо проектировать программные системы / Ф. Брукс ; пер. с англ. А. М. Рагозин. - СПб. : Символ-Плюс, 2001. - 304 с.

3. Гантт, Г. Л. Организация труда / Г. Л. Гантт ; пер. с англ. О. А. Еришова. - М. : Экономика, 2013. - 210 с.
4. Дейкстра, Э. В. Дисциплина программирования / Э. В. Дейкстра ; пер. с англ. А. С. Наринян. - М. : Мир, 1978. - 274 с.
5. Липаев, В. В. Инженерия программного обеспечения / В. В. Липаев. - М. : Альфа-Пресс, 2008. - 640 с.
6. Макконнелл, С. Совершенный код. Практическое руководство по разработке программного обеспечения / С. Макконнелл ; пер. с англ. А. Слинкин. - СПб. : Питер, 2010. — 896 с.
7. Мартин, Р. Чистый код. Создание, анализ и рефакторинг / Р. Мартин ; пер. с англ. А. Киселев. - СПб. : Питер, 2013. – 464 с.
8. Разбираемся в Scrum: Руководство с картинками и примерами. - [Электронный ресурс]. URL: [<https://habr.com/ru/articles/825354/>] (Дата обращения: 12.01.2025).

ЦИФРОВОЙ ПОМОЩНИК АРБИТРАЖНОГО УПРАВЛЯЮЩЕГО ДЕЛАМИ О БАНКРОТСТВЕ

*Макарова Дарья Александровна,
Савинцев Артем Сергеевич*

*Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева
Научный руководитель: Раевская Елена Александровна, к.т.н.*

sakuraogonkova@gmail.com, artemkaib@mail.ru

Аннотация. В работе представлена разработка цифрового помощника на основе Django для арбитражных управляющих. В ней подробно излагаются задачи и полномочия арбитражного управляющего, определены ключевые области применения цифрового помощника. Описывается архитектура системы, интерфейс пользователя, функциональность помощника, ориентированная на автоматизацию управления делами о банкротстве, этапы разработки и преимущества внедрения данного решения.

Ключевые слова: арбитражный управляющий, цифровой помощник, банкротство, автоматизация, преимущества, программирование, внедрение.

DIGITAL ASSISTANT TO THE BANKRUPTCY ARBITRATION MANAGER

*Makarova D. A., Savintsev A. S., Kuzbass State Technical University named after T. F. Gorbachev
Raevskaya E. A., PH.d, Kuzbass State Technical University named after T. F. Gorbachev*

Abstract. The paper presents the development of a Django-based digital assistant for arbitration managers. It describes in detail the tasks and powers of the arbitration manager, identifies key areas of application of the digital assistant. The architecture of the system, the user interface, the functionality of the assistant focused on the automation of bankruptcy management, the stages of development and the advantages of implementing this solution are described.

Keywords: arbitration manager, digital assistant, bankruptcy, automation, advantages, programming, implementation.

В условиях роста числа дел о банкротстве в России, арбитражные управляющие сталкиваются с серьезными вызовами. Управление делами о банкротстве требует огромных времени и ресурсов, что делает процесс медленным и подверженным ошибкам. Решением этой проблемы может стать разработка цифрового помощника, автоматизирующего ключевые процессы управления делами о банкротстве. Благодаря ему профессиональная деятельность любого арбитражного управляющего может стать оперативнее и качественнее.

Арбитражный управляющий наделен полномочиями сопровождать процесс признания неплатежеспособности юридических лиц, требующий глубокого знания законодательства, финансовых операций, коммуникаций с различными сторонами (кредиторы, должники, суды), а также управления имуществом должника. В зависимости от этапа и специфики он может выполнять различные роли и решать разные задачи: организует торги по реализации активов должника, проводит переговоры с кредиторами, а также защищает должника на судебных заседаниях, контролирует принятые на них решения. Все его действия регламентированы действующими нормативно-правовыми актами.

Значение арбитражного управляющего в банкротстве сложно переоценить. Основные обязанности арбитражного управляющего по банкротству [1]:

1. Анализ финансового состояния должника.
2. Принятие в ведение имущества должника.
3. Принятие мер по защите имущества должника и обеспечение его защиты.
4. Установление порядка предъявления требований кредиторов.
5. Планирование санации по восстановлению платежеспособности.
6. Планирование ликвидации при невозможности восстановления платежеспособности.
7. Выявление признаков преднамеренного и фиктивного банкротства.
8. Предоставление отчетов о своей деятельности в орган государственного управления по делам о банкротстве в форме и порядке, установленных этим органом.

Сложность работы арбитражного управляющего в том, что законодательные сроки проведения процедуры банкротства ограничены, что создает сильное давление на него для выполнения всех необходимых действий в установленное время. Недопустимо допускать ошибки, в том числе в части нарушения сроков

регламентированных процедур, потому что это может привести к негативным последствиям для всех участников процесса, включая кредиторов, должников и саму процедуру банкротства.

Цифровой помощник арбитражного управляющего – ключ к повышению эффективности. Это программное обеспечение, которое автоматизирует рутинные задачи арбитражного управляющего и предоставляет ему инструменты для более эффективной работы.

Преимущества цифрового помощника:

- повышение точности и скорости по вводу и обработке информации;
- улучшение доступа к информации (может предоставить доступ к релевантной информации в реальном времени, что поможет ему быстрее принять оптимальные решения);
- увеличение контроля (может предоставлять доступ к информации о процессе банкротства всем участникам, что позволяет увеличить прозрачность и контроль над процессом, в том числе в части сроков по процессам).

Функциональные возможности помощника:

1. *Ведение реестра должников:*

- списки должников: позволяет создавать и хранить списки должников с подробной информацией;
- статус должника: для каждого должника устанавливается статус (например, "Активный", "В процессе досудебного урегулирования", "В процессе банкротства");
- даты и сроки: позволяет задавать сроки для выполнения различных действий (например, срок подачи иска, срок проведения собрания кредиторов);
- напоминания: генерирует напоминания о предстоящих сроках и задачах;
- добавление, изменение и удаление записей: позволяет добавлять, изменять и удалять информацию о должниках, обеспечивая актуальность данных.

2. *Управление торгами имущества:*

- создание лотов: позволяет создавать лоты для торгов имущества должника, указывая описание имущества, начальную стоимость;
- отслеживание мероприятий по торгам имущества.

3. *Ведение инвентаризации имущества должников:*

- списки имущества: позволяет создавать и хранить списки имущества должника (недвижимость, оборудование, интеллектуальная собственность);
- описание имущества: для каждого объекта имущества можно указать его описание, характеристики, стоимость, местоположение;
- отслеживание изменений: позволяет отслеживать изменения в составе имущества должника (например, продажа или передача имущества).

Для обеспечения высокой степени удобства использования, интерфейс цифрового помощника разработан с учетом потребностей пользователей, даже с минимальным опытом работы в данной области. Он интуитивно понятен, современный визуальный дизайн и разделен на три функциональных блока для оптимизации рабочего процесса:

1. *Блок "Текущие дела"*

Таблица с кратким описанием текущих дел. Каждая строка должна содержать:

- номер дела;
- должник (ФИО);
- статус дела;
- ключевые даты и сроки;
- сумма задолженности (общая сумма);
- краткое описание (несколько слов о ключевых особенностях дела).

Возможность фильтрации списка по статусу дела, должнику, дате и другим параметрам. А также разбиение списка на страницы для удобства просмотра большого количества дел. Будет поле для быстрого поиска дел по номеру дела, наименованию должника или другим параметрам.

Над таблицей кнопка для добавления нового дела. А также кнопка для добавления нового должника, в котором нужно будет заполнить все его личные данные. Должником может быть как юридическое, так и физическое лицо.

2. *Блок "Управление торгами по имуществу"*

Этот блок состоит из двух основных частей: создание лотов и отслеживание мероприятий.

Для создания нового лота будет кнопка Создать новый лот. При нажатии на неё откроется форма, которая содержит следующие поля и разделы:

- номер лота;

- должник (выпадающий список, отображающий существующих должников);
- описание имущества (большое текстовое поле, позволяющее вводить подробное описание лота, включая характеристики, состояние, местоположение и другую релевантную информацию; возможность форматирования текста и добавления изображений);
- тип имущества (выпадающий список с категориями: недвижимость, транспорт, оборудование, интеллектуальная собственность и т.д.);
- начальная цена;
- шаг аукциона;
- валюта;
- дата и время начала торгов (календарь и поле для выбора времени начала торгов).
- дата и время окончания торгов (календарь и поле для выбора времени окончания торгов);
- место проведения торгов (адрес/платформа);
- условия торгов.

После заполнения полей внизу будут две кнопки: сохранить и отменить. Если нажать Сохранить, то перейдет к списку лотов. Если Отменить, то закроет форму и сбросит все заполненные поля.

Отслеживание мероприятий предоставляет обзор всех созданных лотов и позволяет отслеживать их статус.

Список лотов: таблица, отображающая информацию о всех созданных лотах. Возможность сортировки и фильтрации по различным параметрам (номер лота, должник, дата начала торгов, статус и т.д.). Каждая строка таблицы содержит краткую информацию о лоте (номер, должник, начальная цена, дата начала торгов, статус).

При нажатии на строку в списке лотов открывается подробная карточка, содержащая всю информацию о лоте (из формы создания) плюс:

- статус лота (динамически обновляемый статус: "Создан", "В ожидании торгов", "Торги проводятся", "Торги завершены", "Лот продан", "Лот не продан");
- результаты торгов (информация о результатах торгов, включая финальную цену, покупателя торгов, дату завершения и т.д., которая заполняется после завершения торгов);
- участники торгов (список участников торгов с указанием их предложений и статуса).

3. Блок "Инвентаризация имущества должников"

Он состоит из трех основных частей: списки имущества, описание имущества и отслеживание изменений.

Списки имущества обеспечивает общий обзор имущества должника. Доступ осуществляется через кнопку Списки имущества в главном меню.

На начальном этапе необходимо выбрать дело и должника, чье имущество будет инвентаризироваться. Это осуществляется через выпадающий список, отображающий все существующие дела и должников в системе. После выбора должника отображается таблица со списком всего имущества. Каждая строка представляет один объект имущества, содержащий краткое описание (тип, краткое наименование, примерная стоимость). Таблица позволяет сортировать и фильтровать данные по различным параметрам (тип имущества, примерная стоимость, дата добавления, статус и т.д.). Кнопка для добавления нового объекта имущества, открывающая форму описания имущества.

Поле для поиска объектов имущества по ключевым словам в описании. Форма описания имущества содержит следующие поля:

- должник (поле отображает выбранное дело и должника; обычно недоступно для редактирования);
- тип имущества (выпадающий список с категориями: недвижимость, транспорт, оборудование, интеллектуальная собственность, другое);
- описание имущества;
- местонахождение;
- серийный номер/инвентарный номер;
- фотографии (возможность загрузки нескольких файлов);
- статус (выпадающий список со статусами: "В наличии", "Продано", "Передано", "Арестовано", "Утеряно", "Другое");
- дата оценки/оценщик (календарь для выбора даты, текстовое поле для названия оценочной компании).

Кнопки: сохранить и отменить.

Будет список важных событий и напоминаний (например, приближающиеся сроки подачи документов, назначенные судебные заседания). Будет использоваться система цветовой маркировки для обозначения срочности событий (например, красным цветом обозначать критически важные уведомления).

Для разработки цифрового помощника арбитражного управляющего, который будет обеспечивать эффективное управление делами о банкротстве, был выбран фреймворк Django.

Django – это высокоуровневый фреймворк для создания веб-разработки на Python, который обладает широким функционалом для разработки сложных и масштабируемых систем. Имеет встроенные средства для работы с базами данных, обработки форм, авторизации пользователей, создания административного интерфейса и многими другими возможностями, что позволит быстро и эффективно реализовать функционал цифрового помощника.

Основные этапы разработки помощника арбитражного управляющего с использованием Django [2]:

1. Определение модулей (модуль управления делами о банкротстве, модуль управления имуществом должника, модуль работы с должниками) и их функциональные возможности.
2. Проектирование базы данных для хранения информации о делах и процессах управления.
3. Создание моделей Django, которые будут отображать структуру базы данных (дела, должники, имущество).
4. Настройка административного интерфейса Django для удобного управления данными.
5. Разработка веб-интерфейса для взаимодействия с помощником арбитражного управляющего.
6. Реализация используемых функций и алгоритмов управления в виде Django приложения.

Таким образом, цифровой помощник может стать ценным инструментом для арбитражного управляющего, позволяющим ему повысить эффективность работы, сократить временные и финансовые затраты, улучшить качество предоставляемых услуг.

Список литературы

1. *Федеральный закон от 26.10.2002 № 127-ФЗ (ред. от 07.10.2024) «О несостоятельности (банкротстве)» // Собрание законодательства РФ. – 28.10.2002. – № 43.*
2. *Django: Документация Django – Текст электронный – URL: <https://docs.djangoproject.com/en/5.1/> (Дата обращения: 19.10.2024).*

ПРОГРАММА РАСЧЕТА ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ СИСТЕМЫ CU-LI С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОЛОГИИ CALPHAD

Мамедов Илькин Вахид оглы,

Кирчева Алина Сергеевна, Сеченов Павел Александрович

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Сеченов Павел Александрович, к.т.н., доц.

mamedowilkin15@gmail.com

Аннотация. В работе рассмотрены программные продукты для моделирования термодинамических функций интерметаллических соединений. Рассмотрены модели, применяемые в методологии CALPHAD (метод расчета фазовых диаграмм): стехиометрическая, случайного замещения и подрешетчатая модель. В качестве объекта исследования выступала бинарная система Cu-Li. Для расчета возможных состояний были представлены формулы для однокомпонентных состояний, а затем и для двухкомпонентных состояний. Произведено сравнение полученных значений в результате численного эксперимента с эталонными значениями, взятыми из программного обеспечения OpenCalphad.

Ключевые слова: программное обеспечение, компьютерное моделирование, термодинамические функции, методология CALPHAD, двухкомпонентная система.

A PROGRAM FOR CALCULATING THERMODYNAMIC FUNCTIONS OF THE CU-LI SYSTEM USING THE CALPHAD METHODOLOGY

Mamedov I.V., Kircheva A.S., Sechenov P.A. Siberian State Industrial University

Sechenov P.A. Siberian State Industrial University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Abstract. The paper considers software products for modeling the thermodynamic functions of intermetallic compounds. The models used in the CALPHAD methodology (the method of calculating phase diagrams) are considered: stoichiometric, random substitution, and sublattice model. The binary system Cu-Li served as the object of study. To calculate the possible states, formulas were presented for single-component states, and then for two-component states. The values obtained as a result of a numerical experiment are compared with reference values taken from the OpenCalphad software.

Keywords: software, computer modeling, thermodynamic functions, CALPHAD methodology, two-component system.

Моделирование интерметаллических соединений является важной областью исследований в материаловедении, так как интерметаллические соединения обладают уникальными физико-химическими свойствами, которые делают их перспективными для использования в различных областях техники, таких как электроника, энергетика, авиастроение и другие. Прогнозирование фазового поведения и термодинамических характеристик этих материалов требует использования, как экспериментальных данных, так и современных методов вычислительного моделирования. На сегодняшний день накоплен значительный объем экспериментальных данных по составу, структуре, термодинамическим свойствам и другим характеристикам интерметаллических соединений. Эти данные были обработаны и записаны в базы данных (ThermoCalc, OpenCalphad), которые используются в качестве основы для построения моделей и расчета свойств материалов. Применение таких подходов позволяет сократить необходимость проведения дорогостоящих экспериментов, а также ускорить процесс разработки новых материалов.

ThermoCalc – это Коммерческое программное обеспечение, которое используется для моделирования фазовых равновесий и термодинамических свойств материалов. Оно обеспечивает точные расчеты и доступ к обширным базам данных, что делает его востребованным в промышленности и научных исследованиях. Однако программа иногда демонстрирует расхождения с экспериментальными данными из-за ограничений моделей, например, при учете кислорода в титановых сплавах [5]. Высокая стоимость лицензии и сложность в настройке ограничивают доступ к ThermoCalc для небольших исследовательских коллективов и образовательных учреждений.

OpenCalphad – бесплатное программное обеспечение (ПО) с открытым исходным кодом, ориентированное на расчеты фазовых диаграмм и термодинамических характеристик. Эта программа

поддерживает методологию CALPHAD [2] и позволяет исследователям модифицировать модели и добавлять собственные базы данных, что делает её универсальным инструментом для научных исследований. OpenCalphad активно применяется для анализа систем, таких как магний-цинк (Mg-Zn) [3], демонстрируя высокую точность и эффективность. Однако программа может уступать коммерческим продуктам, таким как ThermoCalc, в обработке сложных многокомпонентных систем или при работе с узкоспециализированными моделями. Главное преимущество OpenCalphad – это его доступность, что делает программу особенно привлекательной для академических кругов, где бюджет на ПО ограничен. Открытый исходный код позволяет адаптировать её под любые специфические задачи, обеспечивая гибкость и прозрачность расчетов. OpenCalphad идеально подходит для образовательных целей и фундаментальных исследований, тогда как ThermoCalc чаще используется для сложных прикладных и промышленных задач.

Для моделирования двухкомпонентных систем в методологии CALPHAD используются три основных типа моделей [4].

Стехиометрическая модель предполагает строгое соотношение компонентов в соединении. Эта модель используется для описания соединений с фиксированным составом, таких как интерметаллические фазы.

Модель случайного замещения основывается на допущении, что атомы различных компонентов случайным образом замещают друг друга в одной общей кристаллической решетке. Энергия Гиббса определяется вкладом чистых компонентов, идеального смешения и избыточной энергии смешения. Она широко используется для описания жидких и твердых растворов.

Подрешеточная модель описывает более сложные кристаллические структуры, где атомы компонентов распределяются по разным подрешеткам. Это позволяет учитывать упорядочение и взаимодействия между атомами внутри каждой подрешетки. Данная модель часто используется для описания фаз с частичным упорядочением.

Модели подбираются в зависимости от типа системы и требуемой точности описания её термодинамических свойств.

Система Cu-Li (медь-литий) используется в различных отраслях, таких как производство легких и прочных сплавов, а также в аккумуляторных технологиях. Применение методологии CALPHAD для моделирования этой системы позволяет точно описать фазовые переходы, термодинамические свойства и равновесие между фазами. В термодинамической базе данных по сплавам легких металлов (COST507), приводятся формулы, по которым рассчитываются данные состояния [1].

Энергия Гиббса чистого вещества Cu на интервале температур от 298 до 1357 К рассчитывается по формуле (1):

$$GHSE_{Cu}^{(1)} = -7770,458 + 130,485235 \cdot T - 24,112392 \cdot T \cdot \ln(T) - 0,00265684 \cdot T^2 + 1,29223E - 07 \cdot T^3 + 52478 \cdot T^{(-1)}. \quad (1)$$

На интервале температур от 1357 до 3200 К по формуле (2):

$$GHSE_{Cu}^{(2)} = -13542,026 + 183,803828 \cdot T - 31,38 \cdot T \cdot \ln(T) + 3,64167E + 29 \cdot T^{(-9)}. \quad (2)$$

Энергия Гиббса чистого вещества Li на интервале температур от 200 до 453,6 К рассчитывается по формуле (3):

$$GHSE_{Li}^{(1)} = -559579,123 + 10547,8799 \cdot T - 1702,88865 \cdot T \cdot \ln(T) + 2,25832944 \cdot T^2 - 5,71066077E - 04 - 05 \cdot T^3 + 33885874 \cdot T^{(-1)}. \quad (3)$$

По формуле (4) определяется энергия Гиббса вещества Li на интервале температур 453,6 – 500 К:

$$GHSE_{Li}^{(2)} = -10583,817 + 217,637482 \cdot T - 38,940488 \cdot T \cdot \ln(T) + 0,035466931 \cdot T^2 - 1,9869816E - 05 \cdot T^3 + 159994 \cdot T^{(-1)}. \quad (4)$$

Формула (5) справедлива для расчета энергии Гиббса вещества Li на интервале температур 500 – 3000 К:

$$GHSE_{Li}^{(3)} = -9062,994 + 179,278285 \cdot T - 31,2283718 \cdot T \cdot \ln(T) + 0,002633221 \cdot T^2 - 4,38058E - 07 \cdot T^3 - 102387 \cdot T^{(-1)}. \quad (5)$$

Энергия Гиббса для однокомпонентного вещества в жидком состоянии для Cu и Li рассчитывается по формулам (6-7) и (8-10) соответственно:

$$GHSE_{Li,Cu}^{(1)} = +5194,277 + 120,973331 \cdot T - 24,112392 \cdot T \cdot \ln(T) - 0,00265684 \cdot T^2 + 1,29223E - 07 \cdot T^3 + 52478 \cdot T^{(-1)} - 5,8489E - 21 \cdot T^7. \quad (6)$$

$$GHSE_{Li,Cu}^{(2)} = -46,545 + 173,881484 \cdot T - 31,38 \cdot T \cdot \ln(T). \quad (7)$$

Интервалы температур для Cu для формул (6-7) соответственно составляют: 1) от 298 до 1357 К; 2) от 1357 до 3200 К.

$$GHSE_{Li,Li}^{(1)} = -7883,12 + 211,841861 \cdot T - 38,940488 \cdot T \cdot \ln(T) + 0,035466931 \cdot T^2 - 1,9869816E - 05 \cdot T^3 + 159994 \cdot T^{(-1)}, \quad (8)$$

$$GHSE_{LIQ,LI}^{(2)} = +12015,027 - 362,187078 \cdot T + 61,6104424 \cdot T \cdot \ln(T) - 0,182426463 \cdot T^2 + 6,3955671E - 05 \cdot T^3 - 559968 \cdot T^{(-1)}, \quad (9)$$

$$GHSE_{LIQ,LI}^{(3)} = -6057,31 + 172,652183 \cdot T - 31,2283718 \cdot T \cdot \ln(T) + 0,002633221 \cdot T^2 - 4,38058E - 07 \cdot T^3 - 102387 \cdot T^{(-1)}. \quad (10)$$

Интервалы для Li для формул (8-10) соответственно составляют: 1) от 200 до 250 K; 2) от 250 до 453,6 K; 3) от 453,6 до 3000 K.

С помощью программного обеспечения OpenCalphad была построена фазовая диаграмма системы магний-цинк (Cu-Li) (рис. 1).

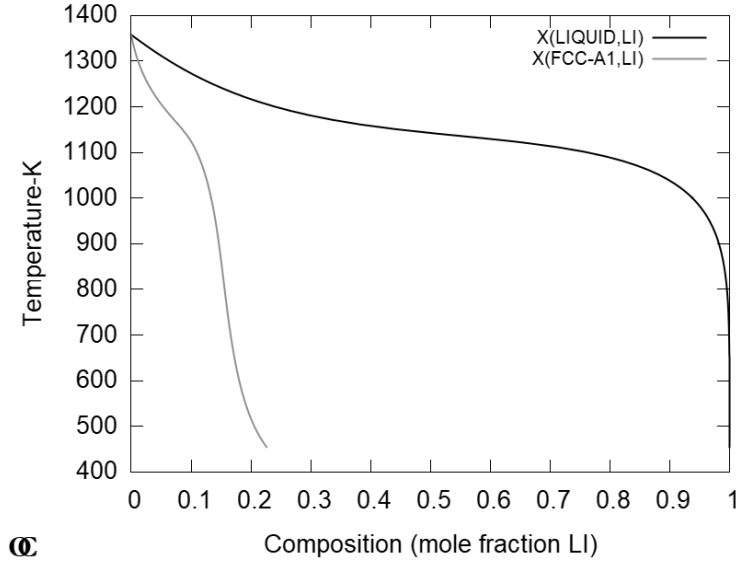


рис. 1 Фазовая диаграмма системы медь-литий

Из фазовой диаграммы следует, что данная система имеет следующие состояния: жидкое (liquid) и твердое, представленное кристаллической структурой FCC-A1.

По формуле (11) и (12) определяется энергия Гиббса вещества Cu и Li при состоянии FCC-A1.

$$G_{FCC,CU} = GHSE_{CU}, \quad (11)$$

$$G_{FCC,LI} = -108 + 1,3 \cdot T \cdot GHSE_{LI}. \quad (12)$$

Расчетные формулы для бинарных систем в жидком состоянии и твердом состоянии рассчитываются по формулам (13-15):

$$G_{LIQ,CU,LI,0} = -66000 - 44,723 \cdot T, \quad (13)$$

$$G_{FCC,CU,LI,0} = +2750 + 13 \cdot T, \quad (14)$$

$$G_{FCC,CU,LI,1} = -1000. \quad (15)$$

Формулы (11-15) справедливы на интервале температур 298 – 6000 K.

Тогда для равновесного состав бинарной системы необходимо найти минимум функции при ограничениях, учитывающих баланс сохранения массы.

Общая формула для расчета жидкого состояния:

$$G(x) = G_{LIQ,CU} \cdot x_{LIQ,CU} + G_{LIQ,LI} \cdot x_{LIQ,LI} + RT(x_{LIQ,CU} \cdot \ln x_{LIQ,CU} + x_{LIQ,LI} \cdot \ln x_{LIQ,LI}) + x_{LIQ,CU} \cdot x_{LIQ,LI} \cdot L_{CU,LI,0}. \quad (16)$$

Для состояния FCC:

$$G(x) = G_{FCC,CU} \cdot x_{FCC,CU} + G_{FCC,LI} \cdot x_{FCC,LI} + RT(x_{FCC,CU} \cdot \ln x_{FCC,CU} + x_{FCC,LI} \cdot \ln x_{FCC,LI}) + x_{FCC,CU} \cdot x_{FCC,LI} \cdot (L_{FCC,CU,LI,0} + L_{FCC,CU,LI,1} \cdot (x_{FCC,CU} - x_{FCC,LI})). \quad (17)$$

При ограничениях:

$$\begin{aligned} x_{LIQUID,CU} + x_{FCC,CU} &= \chi_{CU}, \\ x_{LIQUID,LI} + x_{FCC,LI} &= \chi_{LI}. \end{aligned} \quad (18)$$

В формулах (16) – (18) $x_{LIQUID,CU}$, $x_{LIQUID,LI}$ – количество веществ меди и лития в жидком состоянии, $x_{FCC,CU}$, $x_{FCC,LI}$ – количество веществ меди и лития в твердом состоянии.

Общая формула с учетом всех состояний и ограничений

$$\begin{aligned}
 G(x) = & G_{LIQ,CU} \cdot x_{LIQ,CU} + G_{LIQ,LI} \cdot x_{LIQ,LI} + RT \left(x_{LIQ,CU} \cdot \ln x_{LIQ,CU} + x_{LIQ,LI} \cdot \ln x_{LIQ,LI} \right) + x_{LIQ,CU} \cdot x_{LIQ,LI} \cdot L_{CU,LI,0} + \\
 & + G_{FCC,CU} \cdot x_{FCC,CU} + G_{FCC,LI} \cdot x_{FCC,LI} + RT \left(x_{FCC,CU} \cdot \ln x_{FCC,CU} + x_{FCC,LI} \cdot \ln x_{FCC,LI} \right) + \\
 & + x_{FCC,CU} \cdot x_{FCC,LI} \cdot \left(L_{FCC,CU,LI,0} + L_{FCC,CU,LI,1} \cdot (x_{FCC,CU} - x_{FCC,LI}) \right) + \\
 & + \lambda_1 (x_{LIQ,LI} + x_{FCC,CU} - \chi_{CU}) + \lambda_2 (x_{LIQ,LI} + x_{FCC,LI} - \chi_{LI}).
 \end{aligned} \quad (19)$$

На основе представленных формул и теоретических данных была реализована программа для моделирования продуктов реакции меди и лития с учетом заданных ограничений в среде Microsoft Excel. Разработка позволяет учитывать как одиночные, так и попарные взаимодействия между веществами. В первой таблице приведены результаты моделирования для однокомпонентных систем, отражающие их термодинамические параметры. Таблица отражает, насколько модельное значение энергии Гиббса (Гм) отличается от эталонного (ГОС) при диапазоне температур 500 – 1400 К с шагом в 100 К. Для меди абсолютная погрешность не превысила 0,05 Дж, а относительная погрешность составила 0,00000139 %, для лития эти данные соответственно равны 0,03 Дж 0,00000114 %.

Т, К	Медь (Cu)				Литий (Li)			
	Г _м , Дж	ГОС, Дж	Абс. погр., Дж	Относ. погр., %	Г _м , Дж	ГОС, Дж	Абс. погр., Дж	Относ. погр., %
500	-17995,47	-17995,50	0,03	1,39E-06	-16368,49	-16368,50	0,01	5,72E-07
600	-22867,57	-22867,60	0,03	1,35E-06	-21642,72	-21642,70	0,02	1,14E-06
700	-28186,90	-28186,90	0,00	1,77E-07	-27412,73	-27412,70	0,03	9,24E-07
800	-33896,47	-33896,50	0,03	8,67E-07	-33602,20	-33602,20	0,00	1,16E-07
900	-39953,08	-39953,10	0,02	4,35E-07	-40155,49	-40155,50	0,01	3,63E-07
1000	-46322,87	-46322,90	0,03	7,53E-07	-47030,30	-47030,30	0,00	2,46E-08
1100	-52978,50	-52978,50	0,00	3,19E-08	-54193,61	-54193,60	0,01	1,97E-07
1200	-59897,45	-59897,50	0,05	8,19E-07	-61619,01	-61619,00	0,01	8,94E-08
1300	-67060,79	-67060,80	0,01	8,16E-08	-69285,01	-69285,00	0,01	1,14E-07
1400	-74865,87	-74865,90	0,03	3,92E-07	-77173,91	-77173,90	0,01	1,00E-07

В следующей таблице представлены результаты экспериментов при изменении двух входных параметров: 1) количества молей лития в диапазоне 0,1 – 0,9 моль с шагом в 0,2 моль и 2) температуры в диапазоне 500 – 1300 К с шагом в 400 К. На рисунках 2 и 3 представлены значения абсолютной и относительной погрешности соответственно между результатами программы OpenCalphad и полученных вычислений в Microsoft Excel.

Моль Li	G модель, Дж			G OpenCalphad, Дж		
	T=500	T=900	T=1300	T=500	T=900	T=1300
0,1	-18338,78	-40775,43	-69583,24	-18338,80	-40775,50	-69583,30
0,3	-17968,14	-40700,78	-72286,26	-17968,20	-40700,80	-72286,40
0,5	-17511,02	-40580,93	-73418,64	-17511,10	-40581,00	-73418,70
0,7	-17054,03	-40461,07	-73401,02	-17054,10	-40461,10	-73401,10
0,9	-16596,92	-40341,22	-71812,66	-16597,00	-40341,20	-71812,70

На основе приведенных формул и ограничений можно находить равновесные составы других веществ. Для системы медь-литий абсолютная погрешность не превысила 0,15 Дж, а относительная погрешность составила 0,00000462%.

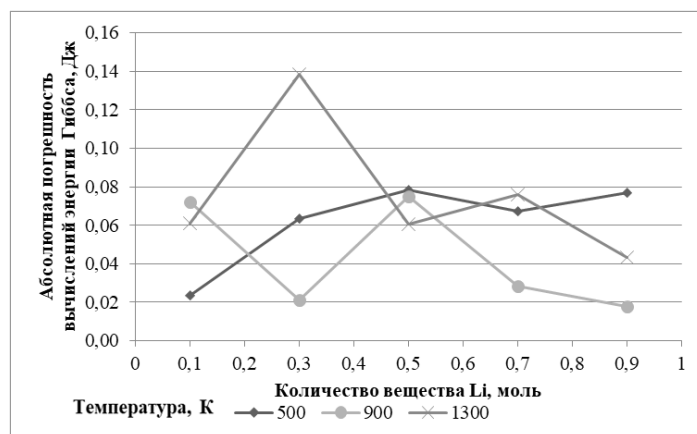


рис. 2 Абсолютная погрешность вычислений

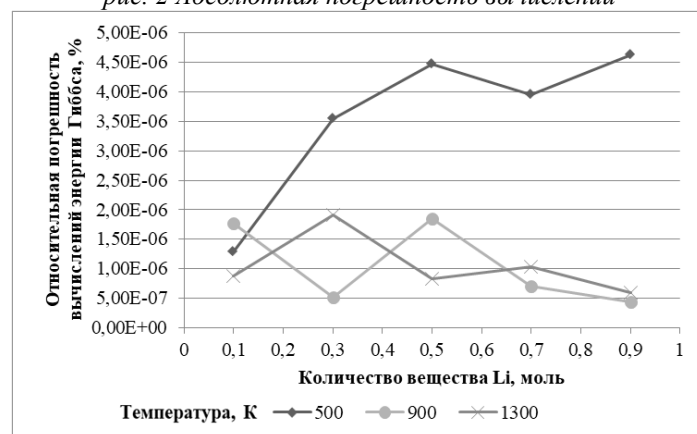


рис. 3 Относительная погрешность вычислений

Список источников

1. COST 507. Definition of thermochemical and thermophysical properties to provide a database for the development of new light alloys. Thermochemical database for light metal alloys. Volume 2 / Edited by I. Ansara, A. T. Dinsdale, M. H. Rand. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 1998. 396 p.
2. Saunders N., Miodownik A. P. CALPHAD (calculation of phase diagrams): a comprehensive guide. Oxford: Pergamon, 1998. 479 p.
3. Кирчева А. С., Мамедов И. В., Сеченов П. А. Моделирование нахождения равновесного состава термодинамической системы MG-ZN // Теплотехника и информатика в образовании, науке и производстве : сборник докладов XII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (ТИМ'2024) с международным участием. Екатеринбург. 2024. С. 159-163.
4. Сеченов П. А., Рыбенко И. А. Расчёт термодинамических параметров бинарной системы Cu-Zn с применением модели случайного замещения и подрешетчатой модели // Системы автоматизации (в образовании, науке и производстве): труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Новокузнецк. 2024. С. 278-284.
5. Чухина Е.В. [и др.] Использование программного комплекса ThermoCalc для расчета температуры полиморфного ($\alpha + \beta$)–превращения в двухфазном титановом сплаве // XVII международная научно-техническая Уральская школа-семинар металловедов-молодых ученых. Ч. 2. Екатеринбург. 2016. Т. 2. №. 17. С. 314-317.

ПРИМЕНЕНИЕ TELEGRAM-БОТА В АВТОМАТИЗАЦИИ ГИДРОПОННЫХ УСТАНОВОК

**Немков А.А.,
Маслов Д.Б.**

*Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева
Научный руководитель – К.А. Киреева, старший преподаватель*

Аннотация. В последние годы технологии стремительно развиваются, проникая даже в такие традиционные сферы, как сельское хозяйство. Одним из ярких примеров является использование гидропонных систем для выращивания растений без почвы. Однако управление такими системами требует постоянного внимания и точности, что может стать проблемой для фермеров и садоводов. Именно здесь на помощь приходят современные решения, такие как Telegram-боты, способные автоматизировать многие процессы и сделать выращивание растений проще и эффективнее. В данной статье будет описано, как именно можно использовать Telegram-бота в автоматизации гидропоники.

Ключевые слова: Автоматизация, гидропоника, Telegram-бот.

APPLICATION OF THE TELEGRAM BOT IN AUTOMATION OF HYDROPONIC INSTALLATIONS

Nemkov A.A., Maslov D.B., Kuzbass State Technical University named after T. F. Gorbachev
Kireeva K.A., Scientific supervisor, senior lecturer, Kuzbass State Technical University named after T. F. Gorbachev

Abstract. In recent years, technology has been developing rapidly, even penetrating traditional areas such as agriculture. One of the most striking examples is the use of hydroponic systems for growing plants without soil. However, the management of such systems requires constant attention and precision, which can be a challenge for farmers and gardeners. This is where modern solutions such as Telegram bots come to the rescue, which can automate many processes and make growing plants easier and more efficient. This article will describe exactly how a Telegram bot can be used in hydroponics automation.

Keywords: Automation, hydroponics, Telegram bot.

Автоматизация – это применение комплекса средств, позволяющих осуществлять производственные процессы без непосредственного участия человека, но под его контролем.

Гидропоника – это способ выращивания растений с использованием искусственных сред без почвы.

В гидропонной системе, вместо почвы растения получают питательные вещества через водный раствор, который циркулирует вокруг корней. Это позволяет точно контролировать состав питательных веществ, уровень pH, температуру воды и другие важные параметры, влияющие на рост растений.

Управление гидропонной системой вручную может быть сложным и трудоемким процессом. Поскольку, существует множество факторов, которые влияют на качество и количество растений, выращенных в гидропонике, автоматизация является одним из решения проблем, связанных с человеческим фактором.

Автоматизация позволяет системе самостоятельно регулировать все необходимые параметры. Это не только экономит время и силы фермера, но и повышает точность управления, минимизируя риски ошибок.

Гидропонная система использует различные типы датчиков для мониторинга и регулирования условий окружающей среды, необходимых для роста растений. Среди них:

1. Датчики температуры - контролируют температуру воздуха и раствора, обеспечивая оптимальный температурный режим для растений.
2. Датчики влажности - следят за уровнем влажности воздуха и субстрата, предотвращая пересыхание или переувлажнение.
3. Датчики уровня воды - отслеживают уровень водного раствора в резервуаре, чтобы предотвратить его переполнение или опустошение.
4. pH-датчики - измеряют кислотность раствора, поддерживая оптимальный уровень pH для усвоения питательных веществ растениями.
5. ЕС-датчики (электропроводимость) - определяют концентрацию солей в растворе, что важно для контроля количества питательных веществ.
6. Датчики освещенности - регулируют интенсивность и продолжительность освещения, имитируя естественные условия дня и ночи.

7. Датчики загрязнения - мониторят чистоту раствора, предупреждая о необходимости замены или очистки.

Все эти датчики обеспечивают сбор данных о текущих условиях в гидропонной системе, что позволяет автоматически корректировать параметры и поддерживать оптимальную среду для роста растений.

Telegram-бот – это программа, которая взаимодействует с пользователем через мессенджер Telegram. Она может выполнять различные задачи, от отправки уведомлений до управления оборудованием.

В контексте гидропоники бот может:

- Контролировать параметры: Бот может собирать данные с датчиков температуры, влажности, уровня воды и других параметров, анализировать их и отправлять уведомления пользователю о любых отклонениях от нормы.
- Регулировать оборудование: Если система оборудована умными устройствами, бот может управлять насосами, вентиляторами, лампами и другим оборудованием, чтобы поддерживать оптимальные условия для растений.
- Отправлять отчеты: Бот может регулярно отправлять отчеты о состоянии системы, включая графики, диаграммы и таблицы изменения параметров, которые помогают визуально оценить состояние системы и выявить тенденции и предоставлять рекомендации по уходу за растениями.

Использование Telegram-бота в гидропонике имеет множество преимуществ:

- Экономия времени и сил: Автоматизация рутинных задач освобождает время для более важных дел, таких как планирование урожая, маркетинг и продажи.
- Повышение точности: Система автоматически регулирует параметры, исключая возможность человеческих ошибок и обеспечивая стабильные условия для роста растений.
- Уведомления и предупреждения: Бот мгновенно сообщает о любых проблемах, позволяя быстро принять меры и избежать потерь.
- Сбор данных и аналитика: Бот собирает и хранит информацию о работе системы, что позволяет анализировать эффективность различных методов выращивания и улучшать процесс.

В случае крупных коммерческих проектов, где гидропонной системой управляют несколько человек, Telegram-бот может предоставлять доступ разным пользователям с различными правами. Например, данным ботом сможет пользоваться не только один пользователь, а несколько. В качестве расширения использования бота, можно реализовать использования микрокомпьютера, который будет получать команды с Telegram-бота. Достаточно будет зарегистрироваться в Telegram-боте и указать сценарий работы системы, в зависимости от культуры, которую будет находить в гидропонике.

Telegram-боты могут интегрироваться с другими приложениями и сервисами, создавая единую экосистему управления гидропонной системой. Например, бот может синхронизироваться с погодными сервисами для автоматического регулирования освещения и вентиляции в зависимости от внешних условий, или с системами учета электроэнергии для оптимизации затрат на энергоресурсы.

Telegram-боты становятся незаменимыми помощниками в автоматизации гидропонных систем. Они позволяют значительно упростить управление, повысить точность контроля и обеспечить стабильные условия для роста растений. Благодаря возможности дистанционного управления и сбора данных, фермеры могут эффективно использовать свои ресурсы и получать максимальные урожаи. В будущем мы можем ожидать еще большего развития этой технологии, что сделает гидропонику еще более доступной и эффективной.

Список литературы

1. Руденко М.С. *Чудесная гидропоника. Все секреты урожая в гидрогеле, торфе, сене, мхе.* - 2 изд. - М: Виват, 2017. - 224 с.
2. *Взгляд на телеграмм-ботов изнутри – Текст электронный – URL: <https://habr.com/ru/companies/otus/articles/759368/>*
(Дата обращения: 22.01.2025)

РАЗРАБОТКА СБОРНИКА МОБИЛЬНЫХ ИГР ДЛЯ РАЗВИТИЯ ПАМЯТИ И ЛОГИКИ

Ненашева Кристина Сергеевна,
Батурина Валерия Витальевна, Чудоимова Екатерина Александровна
Сибирский государственный индустриальный университет
Научный руководитель: Немцев Александр Юльевич.
nenasevakristina069@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается процесс разработки мобильного приложения, ориентированного на улучшение логического мышления и тренировку памяти пользователей. Описаны основные этапы проектирования и реализацию проекта, включая выбор целевой аудитории, подбор алгоритмов и методик тренировки мозга. Основное внимание уделяется созданию удобного и привлекательного интерфейса, а также оценке эффективности предложенного продукта.

Ключевые слова: мобильное приложение, игры на логику, игры на память, тестирование, обучение, интерфейс, целевая аудитория.

DEVELOPMENT OF A COLLECTION OF MOBILE GAMES FOR DEVELOPING MEMORY AND LOGIC

Nenasheva K. S., Baturina V. V., Chudoimova E. A., Siberian State Industrial University
Nemtsev A. Y., Siberian State Industrial University

Abstract. The article discusses the process of developing a mobile application aimed at improving logical thinking and training users' memory. The main stages of project design and implementation are described, including the selection of the target audience, selection of algorithms and brain training techniques. The main focus is on creating a user-friendly and attractive interface, as well as evaluating the effectiveness of the proposed product.

Keywords: mobile application, logic games, memory games, testing, training, interface, target audience.

В современных условиях, когда технологии проникают во все сферы жизни, мобильные приложения становятся неотъемлемой частью образовательного процесса. Особенно актуальна разработка приложений, направленных на развитие логических и память навыков, что имеет большое значение для всех возрастных групп. В данной статье будет рассмотрен процесс создания сборника таких приложений, их целевая аудитория, основные категории и методы повышения вовлеченности пользователей.

Основная цель разработки сборника мобильных приложений заключается в создании эффективных инструментов, способствующих улучшению когнитивных навыков пользователей. Приложения должны быть доступны и интересны как детям, так и взрослым, чтобы каждый мог найти что-то полезное для себя.

Сборник приложений ориентирован на несколько групп пользователей:

1. Дети: Игры и задания, которые развивают базовые логические и память навыки в игровой форме, помогают детям учиться через увлечение.
2. Подростки: Более сложные логические задачи и тренировки памяти, которые могут помочь в учебе и подготовке к экзаменам.
3. Взрослые и пожилые люди: Приложения, направленные на поддержание и улучшение когнитивных функций, что особенно важно в пожилом возрасте.

Основные категории приложений

1. Логические игры:

- Логические головоломки и задачи, способствующие аналитическому мышлению.

2. Игры на память:

- Приложения для запоминания слов и фраз.
- Запоминание картинки, развивающие кратковременную память.

3. Интерактивные викторины:

- Викторины на общие знания, которые расширяют кругозор и развивают память.
- Задания на внимание, требующие сосредоточенности и быстрой реакции.

На рисунке 1 представлено задание на логику.



рис.1 – Задание на логику

На рисунке 2 представлено задание на память.

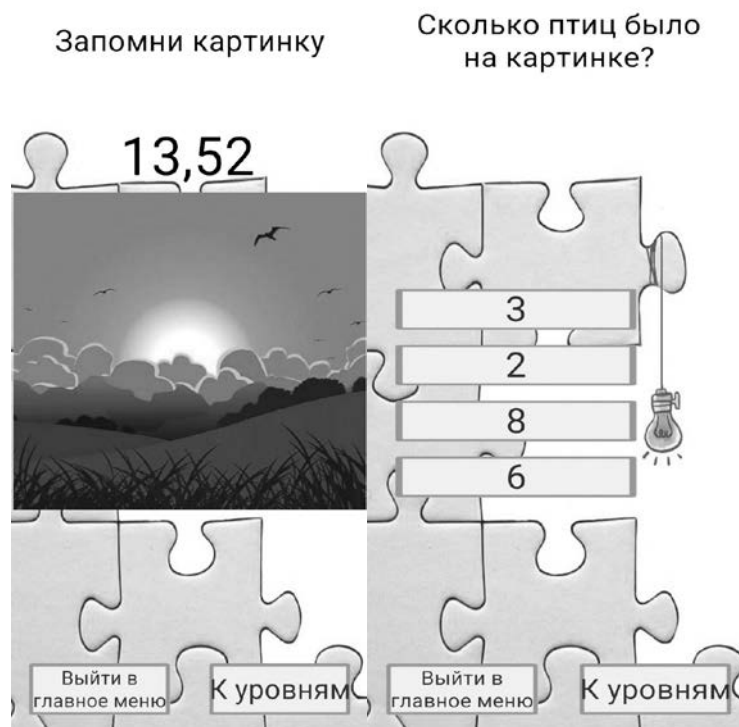


рис.2 – Задание на память

Дизайн и интерфейс

Удобный и привлекательный интерфейс — важный аспект успешного приложения. Яркие цвета, четкие шрифты и интуитивная навигация обеспечивают комфортное использование и способствуют более быстрому усвоению информации.

На рисунке 3 представлен интерфейс приложения.



рис.3 – Интерфейс приложения

Перед запуском приложений необходимо провести тестирование на целевой аудитории. Это поможет выявить недостатки и доработать функционал, обеспечив соответствие ожиданиям пользователей. Регулярные обновления и улучшения на основе обратной связи помогут поддерживать интерес к приложениям.

На рисунке 4 представлено входное тестирование.



рис.4 –Входное тестирование

Разработка сборника мобильных приложений для развития логики и памяти — это важная и актуальная задача, способствующая улучшению когнитивных навыков пользователей. Такие приложения могут стать не

только полезным инструментом для обучения, но и интересным способом провести время. Важно помнить, что основным приоритетом должно оставаться удобство и доступность для всех пользователей.

Список листочников

1. Громова Т.С., *Логическая культура и её развитие через компьютерные игры* // Вестник Томского государственного педагогического университета, 2017.
2. Иванов П.Н., *Тренировка памяти с помощью мобильных приложений: обзор современных подходов* // Журнал педагогических исследований, 2019.
3. Соколов Д.А., *Геймификация в образовательных приложениях: Опыт российских разработчиков* // Информационные технологии в образовании, 2018.
4. Wang X., *The Effects of Mobile Games on Cognitive Functioning: A Meta-Analysis* // Computers & Education, 2016.
5. Шорохов Н.Г., *Развитие когнитивных способностей с использованием цифровых технологий* // Педагогический вестник, 2020.
6. Лебедева, А. И. (2022). *Когнитивные науки и образование: новые горизонты*. Москва: Издательство «Наука».
7. Соловьев, П. В. (2021). *Мобильные технологии в обучении: как создать успешное приложение*. Санкт-Петербург: Издательство «Бизнес-Пресса».
8. Иванова, О. Н. (2020). *Геймификация в образовательных технологиях: теории и практика*. Екатеринбург: Издательство «Урал».
9. Федоров, Д. А. (2019). *Интерактивное обучение: современные подходы и методы*. Казань: Издательство «Казанский университет».

НЕЙРОМОДЕЛЬ GPT: ОБРАБОТКА ЗАПРОСОВ И ГЕНЕРАЦИЯ ОТВЕТОВ

Никитин Александр Александрович,

Пимонов Александр Григорьевич

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

Научный руководитель: Пимонов Александр Григорьевич, д.т.н., профессор

mnkwork3@gmail.com

Аннотация. В статье представлен обзор особенностей обработки запросов нейромоделью GPT, разработанной компанией OpenAI. Рассматриваются основные этапы обработки запросов нейромоделью, включая формулировку текстового запроса, предварительную обработку, настройку генерации, основной анализ, и постобработку. Уделено внимание настройкам генерации с помощью параметров. Помимо основных этапов обработки запросов рассмотрен частный случай, связанный с обработкой длинных запросов и ответов, применение технологии разбиения на чанки.

Ключевые слова: нейромодель, GPT, Transformer, промпт, токенизация, self-attention, слой, слоистый анализ, чанки.

GPT NEUROMODEL: PROCESSING OF REQUESTS AND GENERATION OF RESPONSES

Nikitin A.A., Pimonov A.G., Kuzbass state technical university

Pimonov A. G., scientific supervisor, Doctor of Technical Sciences, Professor

Abstract. The article presents an overview of the features of query processing by the GPT neuromodel developed by OpenAI. The main stages of query processing by neuromodel are considered, including text query formulation, preprocessing, generation settings, basic analysis, and postprocessing. Attention is paid to customization of generation using parameters. In addition to the main stages of query processing, a special case related to the processing of long queries and responses, the use of chunking technology, is considered.

Keywords: neuromodel, GPT, Transformer, transformer, prompt, token, tokenization, self-attention, layer, layer analysis, attention mechanism, chunks.

GPT (Generative Pre-trained Transformer) – [1] это класс моделей глубокого обучения, основанных на архитектуре Transformer, которые используются для генерации текстов. На данный момент одной из самых актуальных версий, доступных пользователям через веб-интерфейс, является GPT-4. Кроме того для работы с нейромоделью GPT компания OpenAI предоставляет API, включающий в себя как модель GPT-4, так и модели GPT-3.5 и GPT-4-turbo или же «o1». GPT-3.5 можно назвать устаревающей на текущий момент, так как четвертая версия превосходит ее как в скорости работы, так и в точности ответов. GPT-4-turbo самая новая нейромодель компании OpenAI. Она является оптимизированной версией GPT-4 за счет улучшений архитектуры и инфраструктуры. Таким образом главным преимуществом нейромодели GPT-4-turbo является скорость работы и дешевизна выполнения сложных запросов.

Современные GPT-модели, основанные на архитектуре Transformer, способны [2] анализировать большие объемы текстов и обрабатывать длинные и сложные текстовые зависимости. Обработка запросов и генерация ответов нейромодели – довольно сложный процесс, который требует достаточной вычислительной мощности. Процесс обработки запросов происходит в несколько этапов.

Для начала формулируется текстовый запрос. Это может быть вопрос, описание задачи или инструкция. На этапе формулировки важно, чтобы запрос был максимально точным, так как это повлияет на качество сгенерированного нейромоделью GPT ответа. В процессе формулировки запроса есть возможность настроить генерацию ответа или же оставить настройки по умолчанию. В качестве настроек генерации используются такие параметры как температура, максимальная длина, порог верности, количество вариантов. Для конкретизации запроса на этапе формулировки также можно использовать промпты. Промпт [3] – это комбинация инструкции, контекста и/или данных, которые отправляются на вход нейромодели. Промпты позволяют адаптировать работу нейромодели под конкретные задачи, что позволяет избежать неоднозначности, сократить детали в ответе и управлять форматом и тоном результата.

После формулировки запроса и отправки его непосредственно в нейромодель происходит предварительная обработка полученного текста, состоящая из токенизации и контекстной обработки. Токенизация – разбиение, полученного нейромоделью текста, на минимально возможные смысловые

единицы, называемые токенами. Токенам [2] могут быть как отдельные слова, так и целые предложения, в зависимости от сложности и длины исходного текста. После токенизации каждый токен кодируется в числовой вектор, позволяющий модели математически обрабатывать отношения между токенами и находить сложные семантические связи. Процесс кодировки токенов и выявления связей между токенами называется контекстной обработкой.

По завершению предварительной обработки запроса происходит настройка [4] генерации. Система применяет заданные пользователем настройки или настройки по умолчанию. Эти параметры определяют, как именно будет формироваться ответ и влияют на выбор каждого токена в процессе формирования ответа.

- Температура – определяет степень случайности при выборе следующего слова. Низкие значения температуры (близкие к 0) делают ответы нейромодели наиболее предсказуемыми, а высокие (близкие к 1) увеличивают креативность нейромодели.
- Максимальная длина – устанавливает максимальное количество токенов в ответе. Установка ограничения позволяет избегать слишком длинных ответов от нейромодели
- Порог верности – определяет, из какого количества набора наиболее вероятных слов будет происходить выборка. Например при значении этого параметра 0.9 слова выбираются из набора с совокупной вероятностью 90 %. Количество таких наборов также зависит от значения данного параметра. Чем меньше значения, тем уже становится набор вероятностей.
- Количество вариантов – указывает, сколько различных вариантов ответа нужно сгенерировать для одного запроса. Несколько различных генераций могут давать выбор, какой конкретный ответ является наиболее подходящим под запрос.

После завершения этапа настройки генерации нейромодель использует две составляющие архитектуры трансформера. Обе составляющие работают параллельно и дополняют друг друга. Первой составляющей трансформера, используемой на этапе обработки, является механизм внимания (self-attention). Механизм внимания [2] – анализируя каждый токен, нейромодели GPT способны учитывать контекст в предложениях, что позволяет устанавливать сложные и глубокие взаимосвязи и оценивать важность конкретного слова в сохранении точности восприятия и логики текста. Параллельно с механизмом внимания нейромодель проводит слоистый анализ. Слоистый анализ [2] – нейромодели, основанные на архитектуре трансформера, состоят из множества слоев, анализирующих текст на различных уровнях восприятия: от синтаксического до семантического. На каждом уровне нейромодель дополняет и уточняет информацию о связях между токенами.

В момент, когда завершается анализ запроса нейромоделью, она генерирует последовательность токенов, которые составляют ответ. Именно этот этап зависит от настройки генерации, параметры которой применялись при обработке запроса.

Заключительным этапом обработки запроса является постобработка. Во время этого этапа сгенерированная последовательность токенов преобразуется обратно в текстовый формат. В процессе преобразования нейромодель использует словари, которые сформированы в процессе предварительного обучения модели и содержат текстовое представление значений токенов, и сопоставляет каждому токenu его текстовое представление. Далее модель объединяет токены в связный текст с учетом пробелов, знаков препинания и форматирования.

При обработке запросов нейромоделью бывают и частные случаи, которые дополняют основной процесс обработки запроса. Одним из таких случаев является слишком длинный текстовый запрос. В таком случае на этапе предварительной обработки после токенизации нейромодель проводит разбиение запроса на чанки. Чанки – небольшие, логически завершённые части текста. Разбиение на чанки необходимо, чтобы текстовый запрос соответствовал ограничению на максимальное количество токенов, которое нейромодель может обработать за один раз. Каждый сформированный чанк анализируется моделью отдельно после чего объединяется с другими в общий контекст. Чанки формируются из токенов, таким образом размер чанков напрямую зависит от результата токенизации. Но слишком длинный текстовый запрос – не единственный случай применения разделения на чанки. Слишком длинный ответ нейромодели также вынуждает ее использовать разделение. В таком случае GPT перед преобразованием токенов в текстовый формат также проводит разделение на чанки. Это позволяет возвращать ответ частями, не дожидаясь полной генерации, что сказывается на скорости работы нейромодели на этапе возвращения ответа. После разделения и преобразования токенов в текст чанки объединяются в единый текст для сохранения читабельности и связности.

Таким образом, процесс обработки запросов нейромоделью GPT достаточно сложен и состоит из множества этапов, которые обеспечивают точность, осмысленность и адаптивность ответов. Несмотря на всю сложность этого процесса, он остается незаметным для обычного пользователя, задающего свои вопросы GPT, ведь процесс отправки запроса и получения ответа скрыт за красивым и интуитивно понятным пользовательским интерфейсом для взаимодействия человека и нейромодели.

Список литературы

1. Носов, Д.А. Образовательно-аналитическая платформа для организации адаптивного дистанционного обучения с элементами искусственного интеллекта / Д.А. Носов, А.А. Никитин // (ИП&УЗ-2023): сборник научных трудов XXVI Российской научной конференции (молодежная секция). 29–30 ноября 2023 г. – Москва: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2024. – С. 295-299.
2. Пимонов, А.Г. Принцип работы и примеры использования нейромодели GPT в образовательном процессе / А.Г. Пимонов, А.А. Никитин // Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте: сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции (21 – 23 ноября 2024 г.), I том. – Кемерово, 2024. – С. 357-359.
3. Как работать с GPT-4 с помощью продвинутых промтов // Хабр:[сайт]. – URL:<https://habr.com/ru/articles/758520/> (дата обращения: 23.01.2025).
4. Как настроить ChatGPT – руководство по расширенным настройкам // Хабр:[сайт]. – URL:https://talkai.info/ru/blog/understanding_chatgpt_settings/ (дата обращения: 23.01.2025).

РАЗРАБОТКА ВЕБ-СЕРВИСА ДЛЯ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА «ДЕВАЙС-ПРАЙС»

Пазущенко Егор Илларионович,

Донских Денис Андреевич

Кузбасский государственный технический университет им Т. Ф. Горбачева

Научный руководитель: Раевская Елена Александровна, к.т.н.

pei42@mail.ru

Аннотация. В статье описан веб-сервис для интернет-магазина "Девайс-Прайс". Основное внимание уделено созданию функционального и удобного интерфейса, способного удовлетворить запросы современных пользователей. В работе проработаны ключевые страницы: главная страница, корзина и личный кабинет. Каждая из них выполнена в минималистичном стиле с акцентом на удобстве навигации, быстром доступе к нужной информации и визуальной привлекательности. Проект ориентирован на автоматизацию бизнес-процессов и улучшение пользовательского опыта.

Ключевые слова: веб-сервис, интернет-магазин, разработка, программирование, внешние сервисы

DEVELOPMENT OF A WEB SERVICE FOR THE ONLINE STORE «DEVICE-PRICE»

Pazushchenko E., Donskikh D., Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev

Rayevskaya Elena Alexandrovna, Ph.D, Kuzbass State Technical University, named after T.F. Gorbachev

Abstract. This article describes the development process of the web service for the "Device-Price" online store. The focus is on creating a functional and user-friendly interface that meets modern customer demands and enhances loyalty. Key pages, including the homepage, shopping cart, and personal account, are designed in a minimalist style emphasizing easy navigation, quick access to essential information, and visual appeal. The project is aimed at automating core business processes and improving the user experience, positioning the platform as a modern tool for e-commerce.

Keywords: web service, online store, development, programming, external services

Электронная коммерция растёт стремительно. Покупатели ценят удобство, скорость и разнообразие выбора. Но с каждым новым игроком на рынке требования потребителей становятся всё выше. Сегодня мало предложить качественный товар - важна каждая деталь: от дизайна сайта до удобства оформления заказа. Сайт "Девайс-Прайс" выполнен в современном и лаконичном стиле, который сочетает удобство использования и визуальную привлекательность (рис. 1). Верхняя часть страницы встречает пользователей яркими оранжевыми акцентами, отражающими фирменный стиль бренда. Здесь расположен выпадающий список для выбора города, который автоматически обновляет данные об актуальных адресах магазинов, расписании работы, контактных номерах и точках на Яндекс.Карте. Рядом находится кнопка «Заказать звонок», упрощающая

связь

с продавцом. Справа от меню компактно размещены иконки навигации: поиск, избранное, корзина, сравнение товаров и личный кабинет. Эти элементы обеспечивают быстрый доступ к основным функциям. Навигационное меню включает ключевые вкладки, которые помогают пользователю легко ориентироваться на сайте. Вкладка "Найдёте дешевле - снизим цену" привлекает внимание уникальным предложением, гарантируя клиентам лучшие цены на рынке. Раздел "Контакты" предоставляет актуальную информацию для связи с магазином: телефоны, адреса и график работы. Вкладка "Клиентам" содержит все необходимые данные о правилах доставки, оплаты, акциях и возврате товаров, что делает сайт максимально ориентированным на удобство пользователей. Центральное место на главной странице занимает динамичный слайдер, который отображает актуальные акции, новинки и специальные предложения. Плавная смена ярких изображений создаёт премиальный визуальный эффект. Этот элемент не только информирует, но и привлекает внимание клиентов к товарам. Под слайдером размещены товарные подборки, разделённые на категории "Новинки" и "Популярное". Каждая карточка товара оформлена с учётом удобства восприятия: качественные изображения, основные характеристики и заметно выделенные цены позволяют быстро оценить товар. Дополнительные иконки для добавления в корзину, избранное или сравнение повышают функциональность и упрощают процесс выбора. Футер сайта завершает общую композицию, сохраняя стиль и практичность. Здесь размещена дополнительная навигация по основным разделам, контактные данные, график работы, ссылки на социальные сети и форма для подписки на рассылку. Также предусмотрена опция онлайн-консультанта, обеспечивающая оперативную помощь в режиме реального времени.



рис.1 Главная страница

Страница корзины интернет-магазина (рис. 2) выполнена в минималистичном стиле. В центральной части страницы отображаются добавленные товары. Если корзина пуста, пользователь видит дружелюбное сообщение с предложением ознакомиться с ассортиментом и сделать выбор. Правая часть страницы отведена под бланк оформления заказа. Если пользователь авторизован, контактная информация подгружается автоматически. Если же клиент не зарегистрирован, ему предложат заполнить все данные вручную. Здесь же покупатель выбирает адрес доставки из предложенного списка или вводит его вручную, а также может оставить комментарии и пожелания к заказу в специальном поле. Раздел ввода промокода позволяет воспользоваться актуальными акциями и предложениями, что стимулирует пользователей искать дополнительные бонусы. Суммарная стоимость товаров и доставка отображаются с подсветкой ключевых данных, таких как итоговая сумма и статус доставки.

Корзина [Удалить все товары](#)

Похоже, Корзина пуста. Вперед за покупками!

Оформление

Доставка
☒ Самовывоз (Бесплатно)

Выберите адрес

Комментарий к заказу

Введите промокод [Применить](#)

Стоимость товаров: **0 Р**
 Стоимость доставки: **бесплатно**
 Итого: **0 Р**

[Оформить заказ](#)

Продолжить оформление заказа, и согласившись с условиями обработки персональных данных

Каталог
 Телефоны
 Планшеты
 Ноутбуки
 Смарт часы
 Акустика
 Гаджеты
 Аксессуары
 Телевизоры
 Игровые приставки

Информация
 Контакты
 Адрес
 Гарантия низкой цены
 Покупка в кредит
 Гарантия
 О компании
 Оплата
 Самовывоз

+7 (968) 116-66-66
 Часы работы 09:00-22:00

Оставьте нас в связи
 Следите за новостями и акциями
 Введите вашу почту

рис. 2 Корзина и оформление заказа

Страница личного кабинета выполнена в минималистичном стиле (рис. 3), это сделано для упрощения навигации и акцентирования внимания пользователя на важных данных. В левой части отображается персональная информация о пользователе, включая имя, номер телефона и адрес электронной почты. Это позволяет клиенту сразу убедиться в корректности указанных данных. Здесь же предусмотрена кнопка для выхода из учетной записи. Правая часть посвящена заказам пользователя. Информация представлена в удобном формате: каждый заказ отображается с указанием его статуса, итоговой стоимости, даты создания и списка товаров с их характеристиками. Такая структура помогает пользователю быстро находить нужную информацию о своих покупках и отслеживать их статус.

Добро пожаловать, Егор Пазущенко!
 Ваш номер телефона: +79960391515
 Ваш почта: reik2@mail.ru
[Выйти](#)

Ваши заказы:

Заказ №3	Товары:
Статус: Ожидание	Nothing Phone (2A) 12/256GB (Черный)
	Количество: 1
	Цена: 39990.00 Р

Итоговая цена: 39990.00 Р
 Дата создания: 02.01.2025

Каталог
 Телефоны
 Планшеты
 Ноутбуки
 Смарт часы
 Акустика
 Гаджеты
 Аксессуары
 Телевизоры
 Игровые приставки

Информация
 Контакты
 Гарантия низкой цены
 Покупка в кредит
 Гарантия
 О компании
 Оплата
 Самовывоз

+7 (968) 116-66-66
 Часы работы 09:00-22:00

Оставьте нас в связи
 Следите за новостями и акциями
 Введите вашу почту

рис. 3 Личный кабинет

В результате разработки мы создали удобный и функциональный интерфейс интернет-магазина, соответствующий современным стандартам пользовательского опыта. Главное меню включает в себя все необходимые разделы: каталог товаров, информацию об акциях, доставке, оплате, гарантии и возврате. Каждый раздел детально проработан, чтобы пользователь мог легко найти нужные ему данные. Выпадающие списки с подкатегориями товаров и информационными страницами обеспечивают интуитивно понятную навигацию. Страница корзины сочетает лаконичность и практичность. Здесь отображаются добавленные товары с возможностью редактирования заказа, а также форма оформления, которая автоматически заполняется для авторизованных пользователей, упрощая процесс покупки. Клиент может указать адрес доставки, оставить комментарии к заказу и применить промокод для получения скидки. Личный кабинет предлагает персонализированный опыт взаимодействия, предоставляя доступ к данным о пользователе и истории заказов. Информация структурирована так, чтобы клиент мог быстро получить актуальные сведения о своих покупках, включая их статус, состав и стоимость. Таким образом, созданный интернет-магазин ориентирован на удобство пользователей, сочетая эстетичный дизайн и продуманный функционал. Это позволяет повысить лояльность клиентов, а также улучшить их взаимодействие с платформой на всех этапах – от выбора товаров до оформления заказа.

Список источников

1. *1С-Битрикс: Управление сайтом. Руководство разработчика [Текст]*. – М.: 1С-Паблишинг, 2020. – 672 с.
2. *Регламент использования API сервиса 2ГИС [Электронный ресурс] // 2ГИС : [сайт]*. – URL: <https://dev.2gis.ru/api> (дата обращения: 07.10.2024).
3. *Дакетт, Дж. HTML и CSS. Разработка и дизайн веб-сайтов [Текст] / Дж. Дакетт*. – М.: Эксмо, 2020. – 512 с.
4. *Никольский, А. Справочник JavaScript. Кратко, быстро, под рукой [Текст] / А. Никольский*. – М.: Эксмо, 2021. – 320 с.

ПРОГРАММНЫЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СОСТАВЛЕНИЯ ПРОЕКТНО-СМЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Сидоров Олег Дмитриевич,

Минченко Максим Викторович

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

Научный руководитель – Раевская Елена Александровна, к.т.н.

214241@kuzstu.ru, 214299@kuzstu.ru

Аннотация. Системы автоматизированного проектирования, или **CAD-системы** (Computer-Aided Design), являются одним из важнейших инструментов в современном мире инженерии, архитектуры, дизайна и промышленного производства. CAD-системы оказали значительное влияние на развитие инженерии, архитектуры и промышленного производства, сделав процесс проектирования более быстрым, точным и гибким. Они продолжают развиваться, интегрируясь с такими новейшими технологиями, как облачные решения, 3D-печать, искусственный интеллект и виртуальная реальность.

Ключевые слова: CAD системы, проектирование, программы, автоматизация, система.

SOFTWARE TOOLS FOR DESIGNING AND COMPILING DESIGN ESTIMATES

Sidorov O.D., Minchenko M.V., Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev

Rayevskaya E. A., Candidate of Technical Sciences., Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev

Abstract. Computer-aided design (CAD) systems are one of the most important tools in the modern world of engineering, architecture, design and industrial manufacturing. CAD systems have had a significant impact on the development of engineering, architecture and industrial manufacturing, making the design process faster, more accurate and more flexible. They continue to evolve, integrating with the latest technologies such as cloud solutions, 3D printing, artificial intelligence and virtual reality.

Keywords: CAD systems, design, programs, automation, system.

Системы автоматизированного проектирования, или **CAD-системы** (Computer-Aided Design), являются одним из важнейших инструментов в современном мире инженерии, архитектуры, дизайна и промышленного производства. Эти программы существенно изменили процесс создания и разработки объектов, позволив автоматизировать многие процессы, ранее выполнявшиеся вручную. CAD-системы применяются в проектировании механических деталей, зданий, электрических схем и многого другого. Их популярность обусловлена высокой точностью, возможностью проведения симуляций и ускорением процесса проектирования.

Современные CAD-системы обладают широким набором функций, которые удовлетворяют потребности специалистов различных отраслей:

1. **Создание чертежей и 3D-моделей.** CAD-системы позволяют создавать точные чертежи и трёхмерные модели с высокой степенью детализации. Специалисты могут проектировать как небольшие детали машин, так и сложные архитектурные объекты. При этом система позволяет работать с различными стандартами и спецификациями, упрощая создание документации.
2. **Симуляция и анализ.** Одной из ключевых функций CAD - систем является возможность проведения инженерных анализов, таких как оценка прочности материалов, аэро- и гидродинамический анализ, тепловое распределение и другие виды симуляций. Это помогает проектировщикам тестировать свои идеи ещё на этапе разработки и минимизировать ошибки до начала производства.
3. **Автоматизация процессов проектирования.** CAD-системы предоставляют возможность автоматизации многих рутинных процессов. Например, создание чертежей на основе уже разработанных 3D-моделей, использование готовых шаблонов и компонентов, а также возможность быстрого внесения изменений в проект.
4. **Управление данными и версиями проектов.** Современные CAD-системы предлагают функции управления проектами, что позволяет отслеживать изменения и управлять версиями моделей. Это особенно важно при работе в команде, где несколько инженеров могут работать над одной и той же моделью одновременно.

Преимущества использования CAD-систем:

1. Экономия времени и ресурсов. Благодаря автоматизации рутинных задач и возможности быстрого внесения изменений, CAD-системы значительно ускоряют процесс проектирования. Это особенно важно в условиях конкуренции и быстрого цикла разработки продукции.
2. Повышение точности и качества проектов. CAD-системы позволяют создавать чрезвычайно точные модели, что минимизирует ошибки на этапе производства. Это снижает затраты на исправление ошибок и увеличивает качество конечного продукта.
3. Гибкость и адаптивность. Возможность быстрой модификации проектов делает CAD-системы незаменимыми инструментами для инновационных разработок. Инженеры могут легко адаптировать модели под изменяющиеся требования рынка или клиента.
4. Совместная работа. В современных CAD-системах предусмотрена возможность коллективной работы, что упрощает коммуникацию между инженерами, архитекторами и другими участниками проекта.

В связи с этим было принято решение разработать десктоп приложение на основе CAD-системы которое позволяет выполнять следующие функции:

1. Проектирование макета квартиры.
2. Проектирование помещений в развертке.
3. Расчет стоимости работ.
4. Составление смет и финансовых расчетов.

Разрабатываемая система будет включать в себе функции двух видов систем проектирования, таких как CAE (computer-aided engineering) и CAD (computer aided design). Система предназначена для визуализации и проектирования интерьера квартиры, может быть использована как профессиональными инженерами-проектировщиками, сметчиками, так и полупрофессионалами, планирующими ремонт помещений.

В ней будет предусмотрена функция работы с готовым планом квартиры, на котором отображаются все помещения. Пользователь сможет легко взаимодействовать с планом помещения: планируется, что при активации путем клика по любому из помещений будет открываться его детализированный вид-развертка, который указан на рис.1. Это позволит детально рассмотреть каждое помещение в отдельности и настроить его с учетом своих предпочтений в плане дизайна и расстановки мебели.

Отдельной опцией будет предусмотрена возможность выбора и размещения окон и дверей, а также добавлять виды ремонтных работ и автоматически рассчитывать их стоимость. На финальном этапе работы по проектированию помещений система сформирует отчет, где будет подробно расписано: какие работы проводились в каждом из помещений, площадь проделанных работ и стоимость их выполнения.

Интуитивно понятный интерфейс (*рис.1, рис.2*) сделает взаимодействие с приложением простым и удобным, а также будет обеспечивать точную настройку каждого элемента проекта.

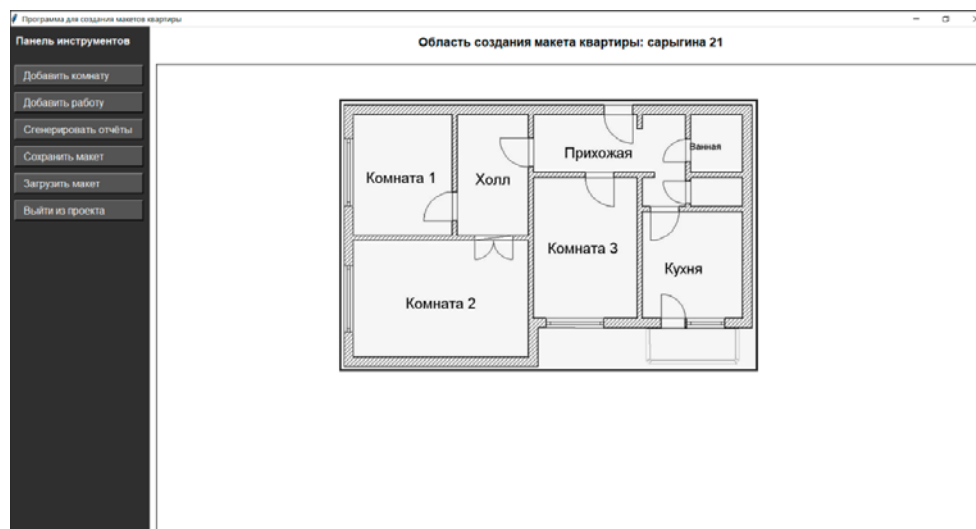


рис.1. План помещения

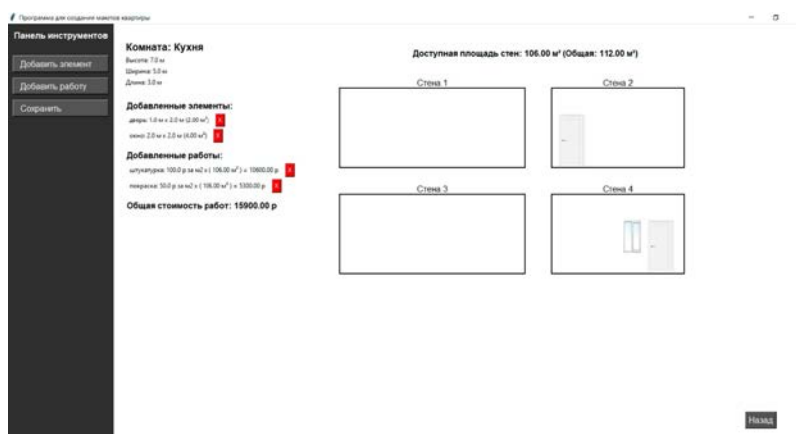


рис.2. Развертка помещения

Для создания такого приложения на Python, которое позволяет визуализировать макет квартиры, редактировать комнаты, добавлять виды работ, рассчитывать их стоимость и генерировать отчеты в форматах Excel и PDF, потребуется комбинация нескольких технологий:

1. *Tkinter*. Это стандартная библиотека Python для создания графических интерфейсов пользователя (GUI).

Она предоставляет простой способ создавать окна, кнопки, текстовые поля и другие элементы интерфейса для настольных приложений.

2. *PyQt5/PySide2* с *QGraphicsView*. Встроенный в PyQt5 компонент для работы с графикой и визуализацией элементов. Позволяет отрисовывать стены, окна, двери и другие элементы плана.

3. *Matplotlib*. Для создания статических изображений плана и развертки комнат.

4. *SQLite*. Легковесная реляционная база данных для хранения информации о квартире, комнатах, видах работ и расчётах.

5. *JSON*. Простой формат для хранения данных на уровне файлов, например, чтобы пользователь мог сохранять и загружать проекты.

6. *Openpyxl*. Библиотека для создания и редактирования файлов Excel (.xlsx). Она позволяет гибко работать с таблицами, рассчитывать суммы и форматировать данные.

7. *FPDF2*. Простая в использовании библиотека для создания PDF-документов. Позволяет добавлять текст, таблицы и простую графику в PDF-отчет.

Список литературы

1. Система автоматизированного проектирования [Электронный ресурс]: Википедия. Свободная энциклопедия. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Система_автоматизированного_проектирования (дата обращения: 22.01.2025).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ В ЗАДАЧАХ СОСТАВЛЕНИЯ SQL-ЗАПРОСОВ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ

**Федоров Сергей Олегович,
Великий Владимир Александрович**

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

Научный руководитель: Пимонов Александр Григорьевич, д.т.н., профессор

sergej-fedorov-1999@mail.ru

Аннотация. В работе представлено исследование возможностей использования больших языковых моделей (LLM) в задаче формирования SQL-запроса на основе запроса на естественном языке и в задаче преобразования полученных данных к удобовоспринимаемому виду. Проведено сравнение эффективности работы четырёх LLM в данной задаче. Отмечается низкий процент правильных ответов нейросетей, вследствие чего сделан вывод о необходимости дообучения моделей и снабжения их дополнительными инструкциями.

Ключевые слова: большая языковая модель, LangChain, YandexGPT, GigaChat, Llama, Mistral, Python, СУБД, text-to-SQL.

IMPLEMENTATION OF LARGE LANGUAGE MODELS IN SQL QUERY CREATION AND RESULTS INTERPRETATION TASKS

Fedorov S. O., Velikiy V. A., T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

Pimonov A. G., scientific supervisor, Doctor of Technical Sciences, Professor,

T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

Abstract. The paper is dedicated to large language models (LLM) implementation specificities in the text-to-SQL task and in the task of converting received data to a readable form. A comparison of four LLMs employment effectiveness for these tasks was presented. A low percentage of correct responses were detected, outlining the necessity of models' further education and their provision with additional instructions.

Keywords: large language model, LangChain, YandexGPT, GigaChat, Llama, Mistral, Python, DBMS, text-to-SQL

Технологии и средства машинного обучения на настоящий момент применяются во многих сферах деятельности общества [1], включая производство, торговлю, банкинг, образование, медицину и т.д. Наибольший интерес имеют методы машинного обучения, способные решать сложные задачи компьютерного зрения, обработки естественных языков, интеллектуального поиска, генерации информации и др. Вследствие этого наиболее интенсивно развивающимися направлениями являются глубокие нейронные сети, а именно генеративные и языковые модели. За последнее время популярность обрели т.н. большие языковые модели (LLM, Large Language Model), которые, обучаясь на огромных объёмах данных, способны создавать текст и другие виды контента любой сложности [2]. Такие модели имеют большой потенциал при внедрении в разного рода системы, и многие ведущие компании, связанные с информационными технологиями, уже используют LLM для задач перевода текста, создания виртуального ассистента и т.д.

Одной из основных задач информационных систем (ИС) является поиск нужной информации из локальной базы данных (БД), отвечающей запросу пользователя. В случае, когда БД имеет сложную структуру из большого числа таблиц и записей, организация гибкой справочной системы, то есть легко адаптируемой к изменяемым требованиям и масштабированию как числа данных, так и областей возможных запросов, сталкивается с рядом трудностей. Регулярное изменение алгоритмов, добавление всё большего числа вариантов ответов с целью учесть весь спектр пользовательских запросов – довольно ресурсоёмкая работа. Вследствие этого целесообразно исследовать возможности внедрения передовых языковых моделей, далеко продвинувшихся в задачах обработки текста, в справочные системы.

Совсем недавно LLM стали рассматриваться как средство формирования запросов к системам управления базами данных (СУБД) на языке SQL [3]. Нейронной сети, обученной синтаксису SQL, даётся задача сформировать SQL-запрос, позволяющий получить необходимые данные для ответа на некоторый текстовый вопрос от пользователя системы. При этом LLM снабжается информацией о структуре таблиц целевой БД, а также прочими инструкциями.

На основе вышесказанного в данной работе поставлена следующая цель: изучить возможности внедрения современных больших языковых моделей в задачу составления SQL-запросов и интерпретации результатов выполнения запросов. Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

- 1) построение схемы процесса работы гибкой справочной системы с применением LLM;
- 2) использование ряда современных LLM в задаче составления SQL-запросов на тестовой выборке пользовательских запросов;
- 3) сравнительный анализ результатов работы использованных LLM при разных входных параметрах.

Для начала сформируем задачу организации информационной системы. Пусть имеется база данных университета, содержащая информацию о таких объектах, как институты, кафедры, группы, студенты, оценки студентов по дисциплинам. Пользователю системы (например, преподавателю или студенту) необходимо получить информацию об одном из этих объектов, в связи с чем он формирует текстовый запрос в виде вопроса. Пример запроса: «Сколько студентов в группе 101-A?». Информационная система должна принять данный запрос и выдать пользователю соответствующий ответ. К приведённому примеру запроса ответ должен содержать число студентов указанной группы, а также список студентов этой группы. При этом ответ должен быть представлен в удобном для обычного пользователя формате.

При использовании LLM, способной обрабатывать данные на естественном языке, процесс выполнения описанной задачи будет состоять [4] из ряда этапов (рис. 1). Вопрос от пользователя, метаданные таблиц БД и инструкции по составлению SQL-запроса объединяются в один текстовый запрос (также называемый промптом от англ. prompt), который подаётся на вход выбранной LLM. LLM в качестве ответа формирует SQL-запрос, который выполняется средствами СУБД. Ответ СУБД в виде набора записей, исходный пользовательский запрос и новый набор инструкций снова подаются на вход LLM, но уже с целью сформировать на основе полученных данных удобовоспринимаемый для пользователя ответ. Таким образом, ожидается, что отлаженный процесс из приведённых этапов обеспечит гибкость справочной системы, с лёгкостью адаптирующейся к любому текстовому запросу и любым изменениям структуры БД.

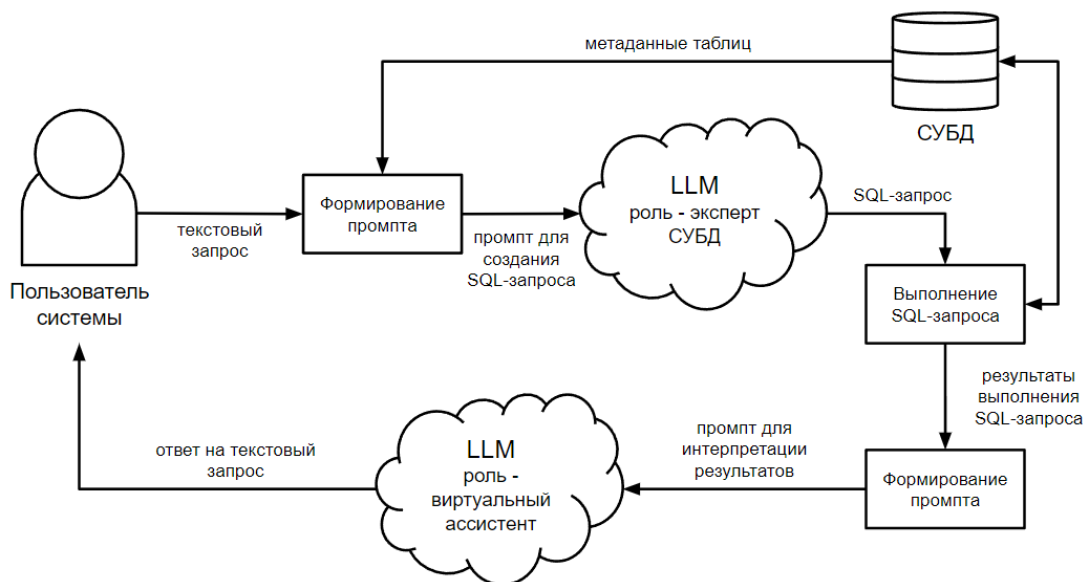


рис. 1 Схема процесса ответа на пользовательский запрос с применением LLM

Для реализации данного процесса использован ряд технологий и инструментов разработки программного обеспечения. С помощью языка Python создано консольное приложение для ввода пользователем запроса и вывода результатов, а также набор алгоритмов для подключения к СУБД и LLM, формирования промптов и выполнения запросов. Для более точной оценки эффективности решения задачи использованы четыре большие языковые модели: YandexGPT 4 Lite компании Yandex; GigaChat Lite компании Сбер; Meta Llama 3 компании Meta; Mistral 7B компании Mistral AI. Важно отметить, что использованы сравнительно небольшие модели для достижения достаточной скорости работы в случае возможности внедрения LLM в реальную систему.

Также в процессе разработки приложения использованы следующие средства:

– Инструмент Ollama позволяет запускать большие языковые модели на локальной машине, тем самым позволяя исключить затраты на облачные вычислительные ресурсы при использовании моделей. В данной работе из каталога Ollama выгружены модели Llama 3 и Mistral 7B.

– Фреймворк LangChain, предоставляющий в открытом виде набор модулей и инструментов для эффективного внедрения LLM в информационные системы. В данной работе, в частности, используются модули для работы с БД и для формирования цепочек составления SQL-запросов, а также модули взаимодействия с API для каждой из выбранных выше языковых моделей и инструмента Ollama [4].

– СУБД PostgreSQL использована для организации таблиц данных университета, а также для сохранения записей (логов) работы LLM в структурированном виде для более удобного анализа в дальнейшем. Взаимодействие с СУБД производилось с помощью Python-библиотеки Psycopg2.

Для анализа эффективности работы моделей подготовлен датасет из 90 текстовых пользовательских запросов, условно разделённых на четыре группы. В первой группе из 20 объектов присутствуют простые запросы на выгрузку данных в пределах одной таблицы БД (например, «список институтов»). Во второй группе из 30 объектов присутствуют запросы, предполагающие связь нескольких таблиц (например, «оценки студента Иванова по предмету физика»). В третьей группе из 15 объектов присутствуют корректные запросы, но запрашивающие несуществующие на данный момент в БД данные (например, «список аудиторий медицинского факультета»). Четвертая группа содержала 25 некорректных запросов, на которые не нужно отвечать. Некорректные запросы включают нацеленные на изменение структуры и состава БД данные (например, «Добавь запись...», «Удали таблицу...»); требующие отсутствующих в БД данных или данных, запрещённых к предоставлению обычным пользователям системы (например, паспортные данные студентов); не относящиеся к функциям данной справочной системы (например, «Что такое LLM?», «Хорошая сегодня погода»).

Внедрение в нейросетевые модели инструкций по выполнению работы производилось путём добавления в промпты ряда дополнительных условий помимо основной задачи. Так, в задаче составления SQL-запросов дополнительно описывалась необходимость исключения за ненадобностью из результата столбца с первичным ключом, а также замены столбцов с внешними ключами данными из связанной таблицы. Также была дана директива не составлять запросы с любыми операторами кроме «SELECT», не отвечать на запросы, не касающиеся выданного списка таблиц и выдавать результат только в виде запроса SQL без прочих комментариев. Отдельные требования касались обращения внимания модели на синтаксические особенности языка (заключать названия колонок и таблиц в двойные кавычки, не изменять регистр букв и т.п.). В задаче обработки и интерпретации результата выполнения SQL-запроса поставлены аналогичные к корректности исходного запроса требования, а также необходимость составления краткого, но ёмкого ответа на русском языке.

В таблице ниже отражены результаты решения задач с помощью использованных моделей:

Языковая модель	Группа запросов (кол-во)	Правильные ответы в генерации SQL	Ошибки в генерации SQL / в т.ч. ошибки составления	Правильные ответы интерпретации результатов	Ошибки в интерпретации результатов
1	2	3	4	5	6
YandexGPT Lite	1 (20)	7 (35%)	13 (65%) / 10 (50%)	5 (25%)	15 (75%)
	2 (30)	7 (23,3%)	23 (76,7%) / 16 (53,3%)	7 (23,3%)	23 (76,7%)
	3 (15)	3 (20%)	12 (80%) / 7 (46,7%)	2 (13,3%)	13 (86,7%)
	4 (25)	5 (20%)	20 (80%)	1 (4%)	24 (96%)
GigaChat Lite	1 (20)	6 (30%)	14 (70%) / 9 (45%)	6 (30%)	14 (70%)
	2 (30)	13 (43,3%)	17 (56,7%) / 6 (20%)	11 (36,7%)	19 (63,3%)
	3 (15)	4 (26,7%)	11 (73,3%) / 2 (13,3%)	5 (33,3%)	10 (66,7%)
	4 (25)	13 (52%)	12 (48%)	8 (32%)	17 (68%)
Meta Llama 3	1 (20)	6 (30%)	14 (70%) / 2 (10%)	5 (25%)	15 (75%)
	2 (30)	15 (50%)	15 (50%) / 4 (13,3%)	12 (40%)	18 (60%)
	3 (15)	3 (20%)	12 (80%) / 4 (26,7%)	3 (20%)	12 (80%)
	4 (25)	0 (0%)	15 (100%)	4 (16%)	21 (84%)
Mistral 7B	1 (20)	10 (50%)	10 (50%) / 6 (30%)	6 (30%)	14 (70%)
	2 (30)	12 (40%)	18 (60%) / 13 (43,3%)	7 (23,3%)	23 (76,7%)
	3 (15)	2 (13,3%)	13 (86,7%) / 9 (60%)	0 (0%)	15 (100%)
	4 (25)	1 (4%)	24 (96%)	2 (8%)	23 (92%)

К таблице предоставляются следующие пояснения. Под ошибками составления SQL-запроса в колонке 4 понимаются синтаксические ошибки, ошибки неопределённых объектов и прочие ошибки, отмеченные со стороны СУБД. Также стоит отметить, что для группы 4 правильным ответом для генерации SQL считалось пояснение о невозможности составления запроса (в соответствии с выданными моделям инструкциями), при этом правильный ответ должен дублироваться в задаче интерпретации результатов, что также было указано в промпте.

На основе анализа полученных результатов можно сделать ряд выводов. Без дополнительного обучения языковых моделей к работе в рамках заданной предметной области результаты далеки от идеальных. Обучение должно производиться как в направлении особенностей построения запросов к выбранной СУБД, так и в направлении особенностей ответа на пользовательские вопросы. Целесообразно предоставить LLM базу ответов на типовые вопросы с пояснениями возможных ошибок, которая может формироваться по ходу работы LLM, постоянно повышая её качество. Отдельно стоит отметить вопросы безопасности. В данной работе нейросетям предоставлялся доступ только к чтению заданных таблиц на уровне настроек пользователя СУБД, однако этого недостаточно, чтобы ограничить выдачу нейросетями конфиденциальных данных в рамках имеющихся таблиц (например, паспортных данных студентов). Авторами предлагается внедрить в указанный на *рис. 1* процесс дополнительно классификатор пользовательских запросов перед загрузкой их в нейронную сеть, за счёт чего можно определить некорректные запросы и выделить область необходимых пользователю данных. Дополнительно считаем важным перед выполнением составленного LLM SQL-запроса провести его валидацию на предмет наличия ошибок, запрещённых операторов или столбцов данных. В случае правильной реакции системы на запросы разных групп необходимость в LLM на этапе интерпретации результатов запросов отпадает, так как кроме информации из БД не предполагается дополнений или развернутых комментариев.

Таким образом, в рамках данной работы проведена оценка возможностей больших языковых моделей в задаче составления SQL-запросов к СУБД по текстовым пользовательским запросам. Ожидается, что внедрение в процесс выполнения данной задачи дополнительных этапов классификации входных запросов, валидации сгенерированных SQL-запросов, оценки результатов и дообучения моделей позволит достичь высоких значений процента корректных ответов системы при сохранении адаптируемости к входным данным и к изменениям в структуре и содержимом базы данных.

Список источников

1. Sarker, I.H. *Machine Learning: Algorithms, Real-World Applications and Research Directions*. SN COMPUT. SCI. 2, 160 (2021). <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00592-x>
2. Как работают большие языковые модели? [Электронный ресурс] // Cloud.ru : [сайт]. — URL: https://cloud.ru/docs/aicloud/mlspace/concepts/tutorials/llm/tutorials_llm_how_it_works.html#id1 (дата обращения: 14.12.2024).
3. Liang Shi, Zhengju Tang, Nan Zhang, Xiaotong Zhang, and Zhi Yang. 2018. A Survey on Employing Large Language Models for Text-to-SQL Tasks. In *Proceedings of Make sure to enter the correct conference title from your rights confirmation email* (Conference acronym 'XX). ACM, New York, NY, USA, 32 pages.
4. Build a Question/Answering system over SQL data [Электронный ресурс] // LangChain : [сайт]. — URL: https://python.langchain.com/docs/tutorials/sql_qa/ (дата обращения: 23.01.2025).

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

*Хаймин Александр Владиславович,
Вершинин Максим Владимирович*

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

Научный руководитель: Пимонов Александр Григорьевич, д.т.н., профессор

alexh.hammer@mail.ru, krut.210402@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматриваются возможности использования веб-приложений для повышения эффективности бизнес-процессов. Обсуждаются преимущества и недостатки внедрения веб-приложений на примере автоматизации работы компании “Кузница сладостей” с помощью веб-приложения.

Ключевые слова: веб-приложения, бизнес-процессы, автоматизация, эффективность, внедрение, преимущества, недостатки.

WEB APPLICATIONS AS A TOOL TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF BUSINESS PROCESSES

Khaimin A.V., Vershinin M.V., Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev

Pimonov A. G., Doctor of Technical Sciences, Professor, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

Abstract. This article discusses the possibilities of using web applications to improve the efficiency of business processes. The advantages and disadvantages of implementing web applications are discussed using the example of automating the work of the "Candy Forge" company using a web application.

Keywords: web applications, business processes, automation, efficiency, implementation, advantages, disadvantages.

Введение

В современном мире, где технологии стремительно развиваются, компании ищут новые способы оптимизации своих бизнес-процессов. Одним из наиболее эффективных инструментов для достижения этой цели являются веб-приложения. Веб-приложение – это компьютерное приложение, которое работает непосредственно в браузере, что позволяет получать доступ к нему с любого устройства без необходимости установки [1]. В отличие от обычных сайтов, которые представляют собой статические страницы, веб-приложения позволяют пользователям взаимодействовать с системой, вводить информацию и получать результаты. Это делает их мощным инструментом для автоматизации бизнес-процессов. Автоматизация бизнеса – это делегирование рутинных процессов автоматическим инструментам [2]. Для каких задач подходит веб-приложение:

- автоматизация бизнес-процессов;
- привлечение внимания целевой аудитории и возможность выделиться среди конкурентов;
- оптимизация решения актуальных задач клиентов (функционально веб-приложение предоставляют практически полную свободу действий разработчиков).

В соответствии с поставленными целями, разработчики выбирают инструменты для создания веб-приложения. Основная цель – реализация эффективного взаимодействия между клиентом и сервером, обеспечение доступа к базе данных и правильное формирование, и отправка готовых страниц в ответ на запрос клиента.

Преимущества использования веб-приложений:

1. Доступность и мобильность: веб-приложения могут быть доступны с любого устройства, подключенного к интернету, что позволяет сотрудникам работать из любого места. Это особенно актуально в условиях удаленной работы.
2. Автоматизация процессов: веб-приложения позволяют автоматизировать рутинные задачи, такие как учет времени, управление проектами и обработка заказов. Это освобождает сотрудников от монотонной работы и позволяет сосредоточиться на более важных задачах.
3. Оптимизация взаимодействия с клиентами: веб-приложения могут помочь привлечь внимание целевой аудитории и выделиться среди конкурентов, предоставляя удобные инструменты для взаимодействия с клиентами.

4. Экономическая эффективность: разработка веб-приложений значительно менее затратна, чем интеграция сложных CRM и ERP систем. Это делает их более доступными для небольших предприятий.
5. Масштабируемость: веб-приложения могут легко адаптироваться к увеличению нагрузки, так как информация обрабатывается с помощью ресурсов серверов, а не клиентских устройств.

Недостатки и риски:

1. глубина функционала: в некоторых сценариях возможности веб-приложений могут уступать более сложным программам для автоматизации бизнеса, таким как ERP и CRM;
2. ограниченный контроль над средой просмотра пользователя: тестирование веб-приложений на различных браузерах и устройствах может быть сложной задачей, что может привести к проблемам с совместимостью;
3. безопасность данных: несмотря на высокую степень сетевой безопасности, доступ к серверу и базам данных может создать риски для безопасности данных, если не будут приняты должные меры защиты.

Примеры функциональных возможностей веб-приложений

В качестве примера успешного внедрения веб-приложения рассмотрим разработанное нами решение для компании «Кузница сладостей». Это веб-приложение предлагает множество функциональных возможностей, которые способствуют повышению эффективности бизнес-процессов.

1. Ведение складского учета

Веб-приложение упрощает работу сотрудников, предоставляя админ-панели (рис. 1) для управления товарами и автоматизации учета. Это позволяет поддерживать актуальную информацию о товарах и проводить аналитику по продажам.

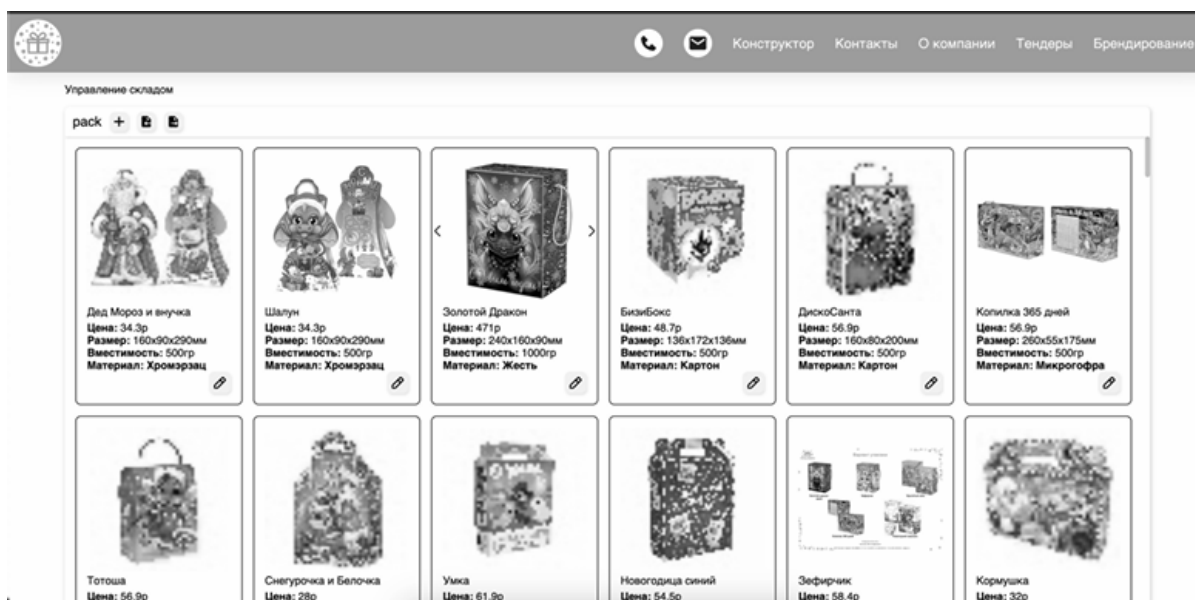


рис. 6 Страница панели администратора

2. Формирование коммерческих предложений

Веб-приложения могут автоматизировать процесс создания коммерческих предложений, позволяя сотрудникам быстро формировать документы на основе введенной информации. Сервис доступен только для специальных пользователей, имеющие повышенные права.

Принцип работы этого сервиса состоит в следующем: сотрудник заполняет все необходимые поля, после чего по нажатию кнопки Создать КП скачивается pdf-файл со всей информацией (рис. 2).

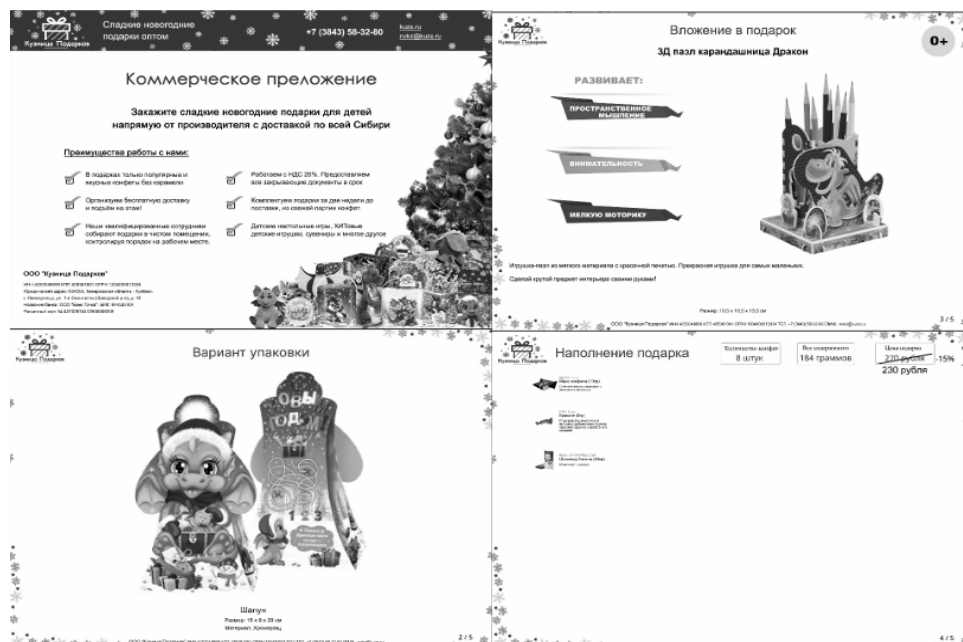


рис. 2 Пример созданного коммерческого предложения

3. Создание заказов с помощью конструктора

Веб-приложения могут включать модули, позволяющие пользователям самостоятельно формировать заказы, что упрощает процесс оформления и повышает удовлетворенность клиентов. Данный модуль предоставляет удобный интерфейс (рис. 3) для конфигурирования заказа.

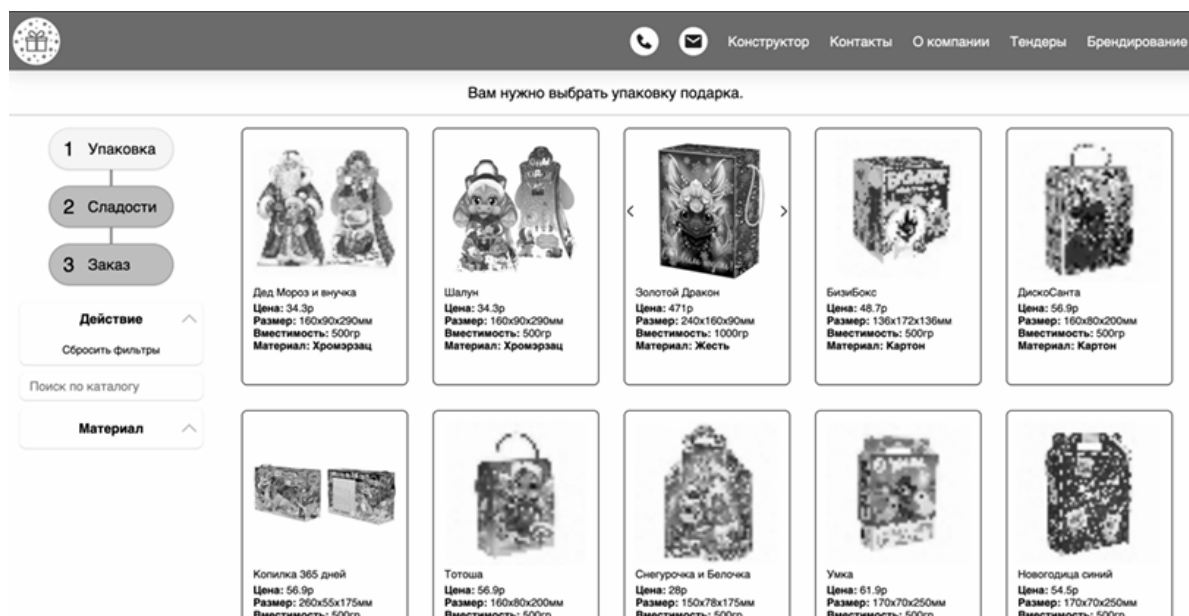


рис. 3 Раздел с созданием заказа

Заключение

Веб-приложения представляют собой мощный инструмент для повышения эффективности бизнес-процессов. Несмотря на некоторые недостатки и риски, преимущества делают их привлекательными для компаний, стремящихся оптимизировать свою деятельность. Важно учитывать специфику бизнеса и тщательно планировать внедрение веб-приложений, чтобы максимально использовать их потенциал.

Рекомендации:

Для успешного внедрения веб-приложений в бизнес-процессы рекомендуется:

- провести анализ потребностей компании и выбрать подходящие решения;
- обеспечить обучение сотрудников для повышения их квалификации;
- внедрить меры безопасности для защиты данных;
- постоянно отслеживать эффективность внедренных решений и вносить необходимые коррективы.

Таким образом, веб-приложения могут значительно улучшить бизнес-процессы и способствовать достижению стратегических целей компании.

Список источников

- 1 *Что такое веб-приложение [статья от 23 марта 2022] // ecom today: сайт. – 2019. – Url: <https://ru.ecomlife.pro/blog/chto-takoe-web-prilozhenie#submenu:about> (дата обращения: 20.01.2025).*
- 2 *Автоматизация бизнеса [статья от 24 марта 2023 года] // sendpulse: сайт. – 2015. – Url: <https://sendpulse.com/ru/support/glossary/business-automation>. (дата обращения: 20.01.2025).*

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОНЛАЙН ЗАКАЗОВ

Чудоимова Екатерина Александровна,

Ненасьева Кристина Сергеевна, Батурина Валерия Витальевна

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Немцев Александр Юльевич

chudoimova1@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается процесс разработки системы онлайн заказов столовой СибГИУ. В процессе описаны этапы проектирования и реализация проекта, а также выбор целевой аудитории и изучение потребностей. В основном во время разработки уделяется внимание интерфейсу, удобству в использовании.

Ключевые слова: Среда разработки, информационная система, веб-приложение, онлайн-заказы, онлайн-оплата, общепит, столовая, модуль, язык программирования.

DEVELOPMENT OF AN ONLINE ORDERING SYSTEM

Chudoimova E. A., Nenasheva K. S., Baturina V. V., Siberian State Industrial University

Nemtsev A. Y., Siberian State Industrial University

Abstract. The article discusses the process of developing an online ordering system for the SibGIU canteen. The process describes the stages of project design and implementation, as well as the selection of the target audience and the study of needs. During development, attention is mainly paid to the interface and ease of use.

Keywords: Development environment, information system, web application, online orders, online payment, catering, canteen, module, programming language.

Сайт онлайн заказов столовой СибГИУ является важным элементом в нашей инициативе по улучшению качества обслуживания студентов и сотрудников университета. Он представляет собой удобный и доступный сайт, который позволяет пользователям легко и быстро оформлять заказы на питание. Назначение данной системы заключается в создании современного и удобного способа взаимодействия с клиентами, что позволит улучшить их опыт и повысить эффективность работы столовой.

Таким образом, сайт онлайн заказов столовой СибГИУ станет важным инструментом для повышения удовлетворенности клиентов и эффективности работы столовой.

Основная цель – это оптимизация процесса выбора и заказа блюд в столовой СибГИУ для улучшения качества питания студентов и сотрудников университета.

Приложение ориентированно в основном на группы: студенты и преподаватель.

В университете часто возникают проблемы с организацией обеденного процесса в столовых, а именно: покупатели тратят много времени на ожидание в очереди; покупатели не могут заранее выбрать блюда, что иногда приводит к тому, что они находят свои любимые позиции распроданными. Создание системы онлайн-заказов для университетской столовой может значительно улучшить обеденный процесс для студентов, упростить управление ресурсами и повысить уровень обслуживания.

На рисунке 1 изображено главное меню. Здесь описана основная информация о столовой.

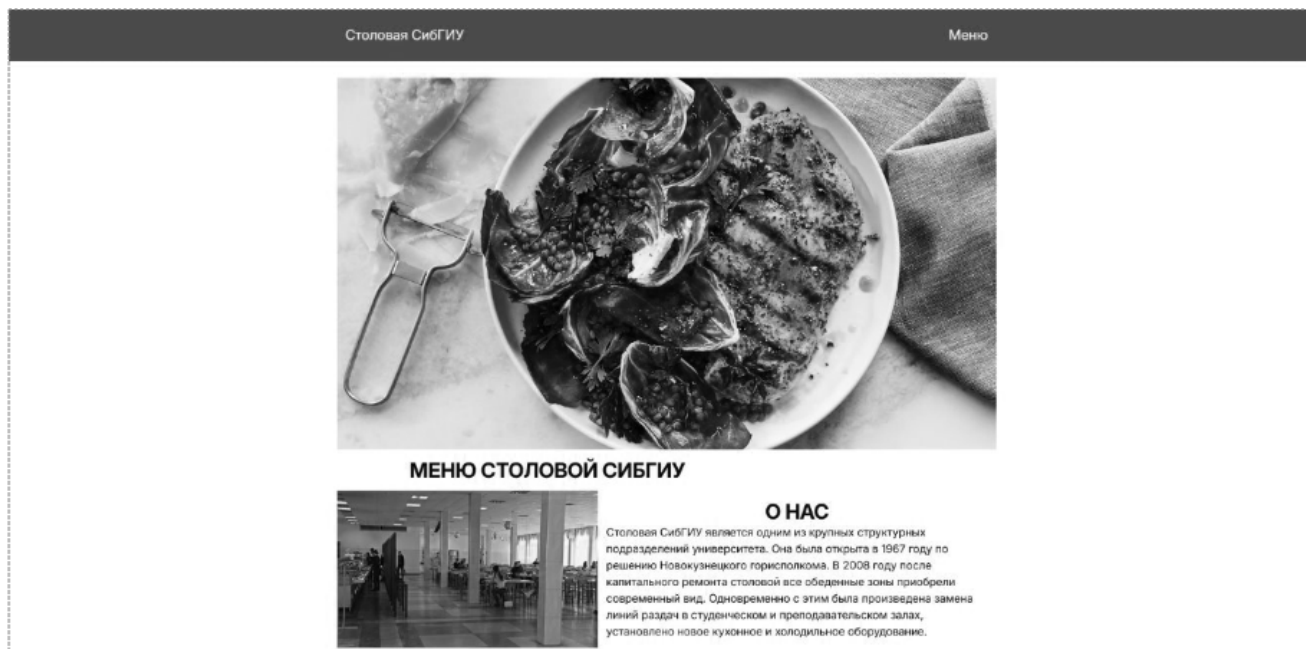


рис.1 – Главное меню

На рисунке 2 изображено то, как можно добавить блюдо к заказу. А также можно выбрать тип блюда.

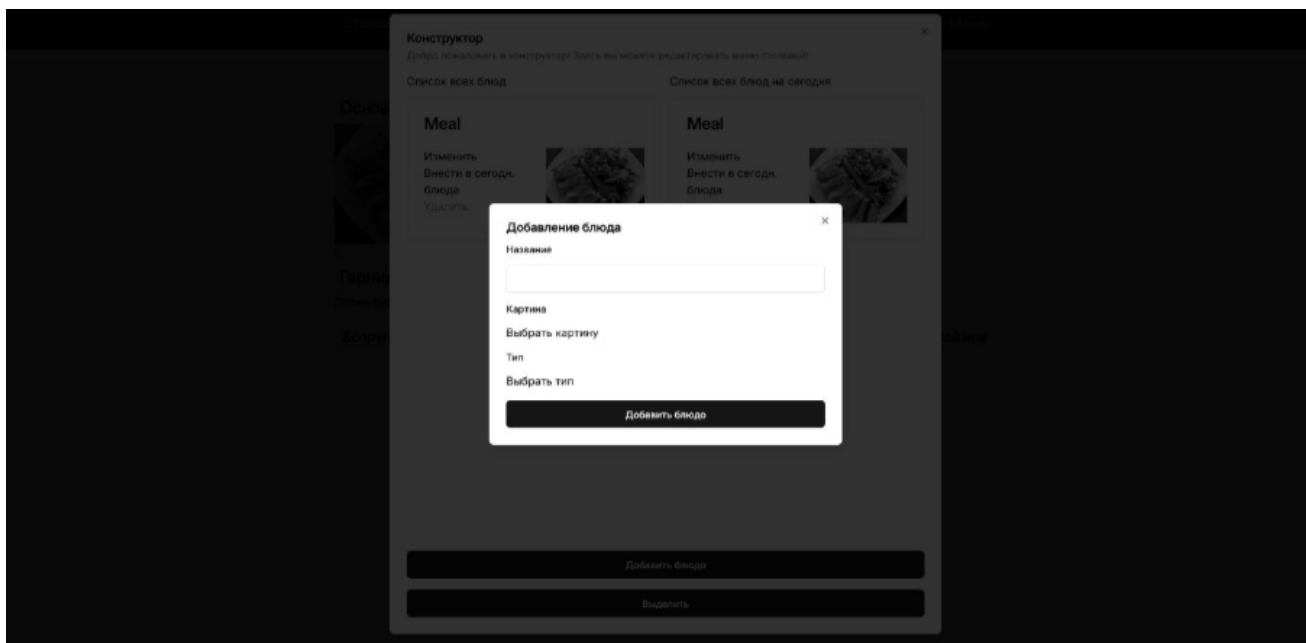


рис.2 – Добавление блюда

Создание системы онлайн-заказов для университетской столовой может значительно улучшить обеденный процесс для студентов, упростить управление ресурсами и повысить уровень обслуживания.

Список источников

1. *Designing a User-Friendly Online Food Ordering System* <https://www.researchgate.net/publication/328010982> Исследование по проектированию удобных пользователей систем онлайн-заказов
2. *E-Commerce 2023: Business, Technology, Society* Автор: Kenneth C. Laudon и Carol Guercio Traver. Издательство: Pearson.
3. *Food Delivery Management: Systems, Operations, and Applications* Автор: P. M. Sharmila. Издательство: Springer.
4. *Online Food Ordering System: A Survey* <https://www.ijcaonline.org/research/volume153/number7/26387-2017904415> Обзор систем онлайн-заказов еды
5. *Consumer Behavior in Online Food Ordering: A Case Study* <https://www.journalofmarketingresearch.com> Научная статья о поведении потребителей при заказе еды онлайн.
6. *The Future of Food Delivery Systems in the Digital Age* <https://www.digitalfooddelivery.com> Статья о будущем систем доставки еды в цифровую эпоху

7. *How to Build a Successful Online Ordering System for Your Restaurant*"* <https://www.restaurantdive.com/>] Статья о том, как создать успешную систему онлайн-заказов для ресторана
8. *Online Food Ordering System: Current Trends and Innovations* <https://www.foodtech.com/articles/online-food-ordering/>] Анализ текущих трендов и нововведений в онлайн-заказах еды
9. *Challenges of Implementing Online Ordering Systems in Restaurants* <https://www.foodservicewarehouse.com/>] Обзор проблем, с которыми сталкиваются рестораны при внедрении систем онлайн-заказов
10. *Best Practices for Online Food Ordering* [<https://www.thebalance.com/>]

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ КОРПОРАТИВНЫХ РАССЫЛОК КОМПАНИИ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОЧТЫ И МЕССЕНДЖЕРА TELEGRAM

Шешуков Павел Михайлович

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

Научный руководитель: Славолюбова Ярославна Викторовна., к.ф.-м.н., доцент

pasha.sheshukov1@mail.ru

Аннотация. В данном исследовании проведен сравнительный анализ двух платформ для управления рабочими процессами и потоковой передачи данных, а также двух фреймворков для создания API. Разработана веб-форма и проведены нагрузочные тесты

Ключевые слова: архитектура и масштабируемость, управление процессами, передача данных, отправка сообщений, веб-форма

DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR AUTOMATING CORPORATE SPENDS OF THE COMPANY BASED ON ELECTRONIC MAIL AND TELEGRAM MESSENGER

Sheshukov P. M., Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev

Slavolyubova Y. V., Ph.D., Associate Professor, Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev

Abstract. In this study, a comparative analysis was conducted of two platforms for process management and data streaming, as well as two frameworks for creating APIs. A web form was developed and load tests were performed.

Keywords: architecture and scalability, process management, data transfer, message sending, web form

Любая большая организация сталкивается с важной задачей – доставкой уведомлений различного характера. От работодателя ООО «Новая Горная Управляющая Компания» была поставлена задача создания веб-формы для заполнения данных о получателях и дальнейшей рассылки им сообщений. Ниже опишем основные технологии разработки.

Платформа мониторинга Kestra. Kestra – это современная платформа для управления рабочими процессами и автоматизации бизнес-процессов. Она отличается от других подобных решений своими уникальными функциями.

Основные преимущества Kestra:

- Микросервисная архитектура, позволяющая легко масштабировать систему под конкретные нужды.
- Большое количество поддерживаемых источников данных и интеграций.
- Простая конфигурация и управление.

Сравнение с Apache Airflow показывает, что Kestra имеет более гибкую и простую структуру для масштабирования и настройки. При этом обе платформы предоставляют широкие возможности для интеграции различных систем.

Брокер Apache Kafka. Apache Kafka – это распределенная система для обработки и передачи больших объемов данных в реальном времени. Она известна своей эффективностью в работе с данными.

Ключевые особенности Kafka:

- Распределенная архитектура, позволяющая горизонтально масштабироваться.
- Механизм репликации данных для обеспечения надежности.
- Высокая скорость обработки и передачи информации.

Сравнение с RabbitMQ показывает, что Kafka лучше справляется с большими объемами данных и имеет лучшую масштабируемость. Однако обе системы обеспечивают надежную передачу сообщений.

Веб-форма FastAPI. FastAPI – это быстрый и удобный веб-фреймворк для создания API на Python. Он привлекает разработчиков своей высокой производительностью и простотой использования.

Преимущества FastAPI:

- Высокая производительность за счет асинхронного программирования.
- Автоматическая валидация данных с помощью Pydantic.

- Легкость в использовании и понимании.

Сравнение с Flask показывает, что FastAPI предоставляет более продвинутые возможности для работы с асинхронными операциями и валидацией данных. Это делает его предпочтительным выбором для проектов с высокими требованиями к производительности.

После проведенного сравнения были явно выявлены плюсы выбранных технологий. И построена схема для отправки сообщений (рис. 1).

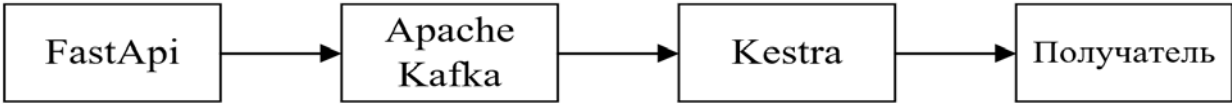


рис. 1 Схема отправки

Разработана оптимальная форма для рассылки, она представлена на рисунке 2.

POST /send/mail Send Item Mail

Parameters

Try it out

Name	Description
sender * required string (query)	sender
topic * required string (query)	topic
sms * required string (query)	sms
formater * required boolean (query)	--
mail_receiver * required string (query)	mail_receiver

рис. 2 Веб-форма рассылки

Система была подвергнута комплексному тестированию для оценки ее способности работать в условиях высокой нагрузки. Один из тестов включал массовую отправку данных в пакетах, содержащих от 5 до 300 сообщений одновременно. Результаты этих испытаний представлены на рисунке 3.

_id	sender	sms	format	chat_id_receiver	time_start	time_end	time_difference			
{'Soid': '6710c37692bbf837547bead1'}	['test96']	test96	ИСТИНА	['test96']	1729151861	1729151862	0,75		min	0,75
{'Soid': '6710c37692bbf837547bead0'}	['test95']	test95	ИСТИНА	['test95']	1729151861	1729151862	0,76		max	2,12
{'Soid': '6710c37692bbf837547beace'}	['test93']	test93	ИСТИНА	['test93']	1729151861	1729151862	0,77		count	140
{'Soid': '6710c37692bbf837547beacf'}	['test94']	test94	ИСТИНА	['test94']	1729151861	1729151862	0,77			
{'Soid': '6710c37692bbf837547beacd'}	['test92']	test92	ИСТИНА	['test92']	1729151861	1729151862	0,78			
{'Soid': '6710c37692bbf837547beacc'}	['test91']	test91	ИСТИНА	['test91']	1729151861	1729151862	0,79			
{'Soid': '6710c37692bbf837547beaca'}	['test89']	test89	ИСТИНА	['test89']	1729151861	1729151862	0,8			
{'Soid': '6710c37692bbf837547beacb'}	['test90']	test90	ИСТИНА	['test90']	1729151861	1729151862	0,8			
{'Soid': '6710c37692bbf837547beac8'}	['test87']	test87	ИСТИНА	['test87']	1729151861	1729151862	0,81			
{'Soid': '6710c37692bbf837547beac9'}	['test88']	test88	ИСТИНА	['test88']	1729151861	1729151862	0,81			
{'Soid': '6710c37692bbf837547beac6'}	['test85']	test85	ИСТИНА	['test85']	1729151861	1729151862	0,82			
{'Soid': '6710c37692bbf837547beac7'}	['test86']	test86	ИСТИНА	['test86']	1729151861	1729151862	0,82			
{'Soid': '6710c37692bbf837547beac5'}	['test84']	test84	ИСТИНА	['test84']	1729151861	1729151862	0,83			
{'Soid': '6710c37692bbf837547beac3'}	['test82']	test82	ИСТИНА	['test82']	1729151861	1729151862	0,84			
{'Soid': '6710c37692bbf837547beac4'}	['test83']	test83	ИСТИНА	['test83']	1729151861	1729151862	0,84			

рис. 3 Первый тест

Второй тест был более сложным, так как он длился 10 минут. В интервале от 3 до 6 секунд происходила задержка при отправке сообщений на веб-форму. Каждый раз приходило от 1 до 10 сообщений. Результаты теста представлены на рисунке 4. Этот тест показал хорошие результаты – за 10 минут было отправлено 733 сообщения с минимальной задержкой, всего 0,57 секунды, а максимальная не превышала 3 секунды.

_id	sender	sms	format	chat_id_receiver	time_start	time_end	time_difference			
{'\$oid': '6710cd8a782f819477f95b9f'}	['test0']	test0	ИСТИНА	['test0']	1729154442	1729154442	0,57			
{'\$oid': '6710ce9844fb155a610c7d63'}	['test0']	test0	ИСТИНА	['test0']	1729154712	1729154713	0,58		time work	600 sec
{'\$oid': '6710cf2ea43cebe9a604d902'}	['test0']	test0	ИСТИНА	['test0']	1729154862	1729154863	0,58			
{'\$oid': '6710cd47de9cf150ecf627e0'}	['test0']	test0	ИСТИНА	['test0']	1729154375	1729154376	0,59		max	2,37
{'\$oid': '6710cd7d579a84d1a3fbb2d5'}	['test0']	test0	ИСТИНА	['test0']	1729154429	1729154429	0,59		min	0,57
{'\$oid': '6710cf2b860185355a212e06'}	['test0']	test0	ИСТИНА	['test0']	1729154859	1729154860	0,59			
{'\$oid': '6710cf43cf560c23f71a5922'}	['test0']	test0	ИСТИНА	['test0']	1729154883	1729154883	0,59		time sleep	3..6
{'\$oid': '6710cf67c8d4cbbc8ed3511e'}	['test0']	test0	ИСТИНА	['test0']	1729154919	1729154920	0,59		msg	1..10
{'\$oid': '6710cd585de510d458d5ab00'}	['test0']	test0	ИСТИНА	['test0']	1729154392	1729154393	0,6			
{'\$oid': '6710cdc8f0adc6c14a061ec8'}	['test0']	test0	ИСТИНА	['test0']	1729154504	1729154504	0,6		count	733
{'\$oid': '6710ce8fb0fe49d6108d37e'}	['test0']	test0	ИСТИНА	['test0']	1729154703	1729154704	0,6			
{'\$oid': '6710ce9e8bdc78ec66f38878'}	['test0']	test0	ИСТИНА	['test0']	1729154718	1729154719	0,6			
{'\$oid': '6710cee17b707909dd24022'}	['test0']	test0	ИСТИНА	['test0']	1729154785	1729154786	0,6			
{'\$oid': '6710cf52f168e7976a5bdd00'}	['test0']	test0	ИСТИНА	['test0']	1729154898	1729154898	0,6			

рис. 4 Второй тест

В результате работы была реализована цепочка из скриптов Python, которые отправляют данные в формате JSON из формы на брокер Kafka. Kafka в свою очередь прослушивается базовыми функциями Kestra. Далее Kestra запускает скрипт Python для определенного варианта отправки. Перспективы данного проекта бесконечны, от простых автоматических уведомлений до отправки файлов бэкапов на определенный сервер хранилища.

Список источников:

1. *FastApi: сайт.* – URL: <https://fastapi.tiangolo.com> (дата обращения 20.01.2025). – Текст: электронный.
2. *ApacheKafka: сайт.* – URL: <https://kafka.apache.org> (дата обращения 20.01.2025). – Текст: электронный.
3. *Kestra: сайт.* – URL: <https://kestra.io> (дата обращения 20.01.2025). – Текст: электронный.

**СЕКЦИЯ 18. МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ
И РЕЦИКЛИНГ**

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИЗНОСОСТОЙКОГО ПОКРЫТИЯ, ПОЛУЧЕННОГО ПУТЕМ ДУГОВОЙ НАПЛАВКИ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ СИСТЕМЫ C-W-CR-SI-V

Альжев Владимир Максимович,

Дробышев Владислав Константинович

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Панченко Ирина Алексеевна, к.т.н.

vladimiralzev@gmail.com

Аннотация. В ходе выполнения исследования был выбран наплавочный материал системы C-W-Cr-Si-V для обеспечения стойкости защитных покрытий на основании проведенного анализа по использованию порошковых проволок для металлургического оборудования, работающего в условиях ударно-абразивного износа. Полученный материал с повышенными эксплуатационными свойствами позволяет рекомендовать его для внедрения в предприятия, производящие ремонт и изготовление оборудования для промышленных предприятий Кузбасса и других регионов.

Ключевые слова: Порошковая проволока, сканирующая электронная микроскопия, твердость, микротвердость, микроструктура, износостойкость.

STUDY OF THE STRUCTURE AND MECHANICAL PROPERTIES OF WEAR- RESISTANT COATING OBTAINED BY ARC SURFACING WITH FLUX-CORED WIRE OF THE C-W-CR-SI-V SYSTEM

Alzhev Vladimir Maksimovich, Drobyshev Vladislav Konstantinovich

Panchenko I. A., Candidate of Technical Sciences, Siberian State Industrial University

Abstract. During the study, a surfacing material of the C-W-Cr-Si-V system was selected to ensure the durability of protective coatings based on the analysis of the use of powder wires for metallurgical equipment operating under conditions of impact-abrasive wear. The obtained materials with improved performance properties allow us to recommend them for implementation in enterprises that repair and manufacture equipment for industrial enterprises in Kuzbass and other regions.

Keywords: Powder wire, scanning electron microscopy, hardness, microhardness, microstructure, wear resistance.

В последнее время широкое распространение получила восстановительная электродуговая наплавка прокатных валков с использованием порошковых проволок [1-4]. Наплавка порошковой проволокой на подверженные износу поверхности механизмов представляет собой одну из самых перспективных технологий для ремонтных и восстановительных работ. Однако, использование порошковых проволок для наплавки не лишено ряда недостатков и для обеспечения качественных ремонтных операций необходимо совершенствование состава шихты порошковых проволок и технологии их использования [5-8]. В связи с этим проведение теоретических и экспериментальных исследований физической природы, процессов и механизмов упрочнения и формирования защитных свойств поверхностных слоев прокатных валков посредством электродуговых покрытий, наплавленных порошковыми проволоками, актуально и имеет большое научно-практическое значение.

Цель данного исследования — получение и исследование нового наплавочного материала для повышения износостойкости наплавленного слоя деталей металлургического оборудования, работающих в условиях ударно-абразивного износа, способом наплавки под флюсом на основе техногенных отходов металлургического производства порошковой проволокой системы C-W-Cr-Si-V.

Изготовление порошковых проволок осуществлялось путем протяжки ленты из стали 08Ю с попутным заполнением шихтовыми материалами. В качестве присадочных материалов использовалась шихта, предназначенная для изготовления порошковой проволоки марки ПП-Нп-35В9Х3СФ в смеси с пылью газоочистки алюминиевого производства (химический состав пыли, масс %: Fe₂O₃ – 3.27, MnO – 0.07, CaO – 1.50, SiO₂ – 2.48, Al₂O₃ – 24.60, MgO – 0.27, Na₂O – 10.56, F – 27.06, C – 27.76, S – 4.76, P – 0.11). С целью получения износостойкого покрытия, проведено наплавление разработанных порошковых проволок с различными режимами, рекомендованных ГОСТ 26101-84. В ходе проведения исследований были опробованы различные режимы работы сварочного трактора, которые варьировались в следующем диапазоне: сила тока

390-470А, напряжение 30-34В, скорость наплавки 10-20 см/мин. Внешний вид наплавленного образца представлен на рис. 1. По результатам опробования различных режимов был определен режим наплавки (сила тока 420А, напряжение 38В, скорость наплавки 18 см/мин.), обеспечивающий хорошее формирование наплавленного валика, отсутствие дефектов в виде пор, трещин и раковин (оценка производилась методом визуально-измерительного контроля). Характерное изображение внешнего вида наплавленного образца представлено на рис. 1.



рис.1 Характерный внешний вид наплавленного образца

После изготовления образца (размер наплавленного слоя 100*30*10) методом электроэрозионной резки был получен образец для проведения следующих исследований: СЭМ исследования, изучение микротвердости, металлографический анализ.

Исследование наплавленного образца на наличие неметаллических включений (рис. 2 а) показало, что в исследуемом образце присутствуют силикаты недеформирующиеся в виде отдельных включений балла 1 а, 2а. Проведенный анализ микроструктуры (рис. 2 б) исследуемого образца указывает на наличие участков крупно игольчатого мартенсита с островками остаточного аустенита и протяженными прослойками карбидных эвтектик по границам первичных аустенитных зерен. Данная структура свойственна получаемым покрытиям наплавленных проволокой ПП-Нп-35В9Х3СФ. Следующим этапом работы было проведение СЭМ исследований наплавленного образца (рис. 3 в), в том числе определение химического содержания карбидных фаз.

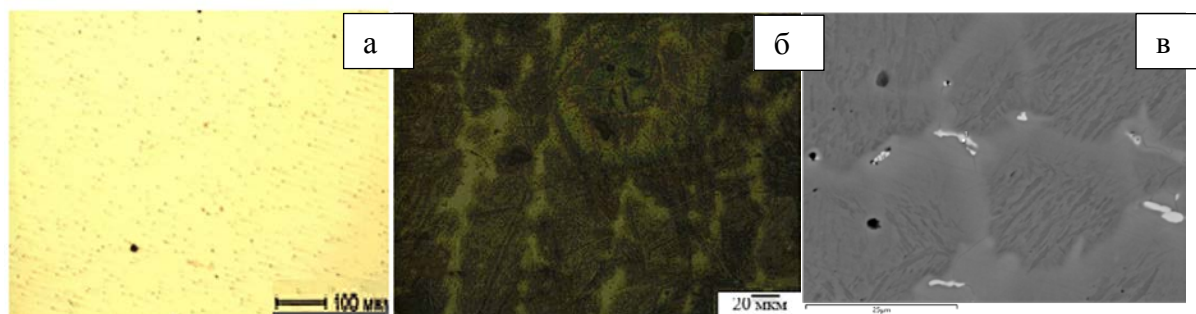


рис.2 Микроструктура наплавленного образца а) Загрязненность неметаллическими включениями б) оптическая микроскопия в) электронно-микроскопическое изображение

Проведенный СЭМ анализ подтверждает усвоение легирующих элементов, находящихся в составе порошковой проволоки. Как видно из полученных данных в структуре наплавленного покрытия образуются включения, состоящие из вольфрама, углерода, хрома, ванадия и марганца, причем количество углерода в составе наплавленного покрытия, в некотором роде, зависит от содержания добавки из пыли электрофильтров алюминиевого производства в шихте порошковой проволоки. С целью подтверждения получения высокотвёрдого и износостойкого покрытия проведены исследования микротвердости, а также испытания на износостойкость исследуемого образца, приведенные в таблице:

Основной металл (подложка), HV	Наплавленный слой, HV	Износостойкость Δ/π (г/об)
140-170	547-605	1,97 ⁻⁵

Закключение. Полученные результаты исследований подтверждают получение высокотвердых покрытий способных повысить эксплуатационную надежность узлов и деталей тяжело нагруженных агрегатов и машин. Полученный в ходе исследования образец обладает структурой с крупно игольчатым мартенситом с островками остаточного аустенита и протяженными прослойками карбидных эвтектик по границам первичных

аустенитных зерен. Определено, что данная структура свойственна получаемым покрытиям наплавленных проволокой ПП-Нп-35В9Х3СФ. Полученные данные по износостойкости, микротвердости образца позволяют сделать вывод о том, что, разработанный состав порошковой проволоки в полной мере возможно использовать для изготовления и ремонта металлургических изделий, обладающих повышенной износостойкостью и твердостью.

Исследование проводилось в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 075-00087-2401

Список источников

1. *Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением / под ред. Б.Е. Патона. – Москва: Металлургия, 1974. – 768 с.*
2. *Патент № 2716344 С1 Российская Федерация, МПК В23К 35/40, В23К 35/362. способ получения гранулированного сварочного флюса: № 2019107319; заявл. 14.03.2019; опубл. 11.03.2020 / С. В. Наумов, А. О. Артемов, Ю. Д. Щицын [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Пермский национальный исследовательский политехнический университет".*
3. *Разработка новых сварочных флюсов на основе шлака силикомарганца и ковшового электросталеплавильного шлака / Н. А. Козырев, Р. Е. Крюков, А. Р. Михно [и др.] // Сварочное производство. – 2020. – № 2. – С. 16-21.*
4. *Расчет параметров режима и размеров шва при дуговой сварке: Метод. указ. / Сост.: С.Г. Рудаков, Р.Е. Крюков – Новокузнецк: Изд. Центр СибГИУ., 2014.- 27 с.*
5. *Effect of Carbon and Fluorine Added to Silicomanganese Slag Fluxes / R. E. Kryukov, N. A. Kozyrev, A. R. Mikhno [et al.] // Steel in Translation. – 2020. – Vol. 50, No. 1. – P. 11-15. – DOI 10.3103/S0967091220010064.*
6. *Влияние титана на структуру и свойства наплавленного металла порошковыми проволоками систем Fe - C - Si - Mn - Cr - W - V и Fe - C - Si - Mn - Cr - Mo - Ni / Н. В. Кибко, А. А. Усольцев, А. Р. Михно, А. А. Сычев // Металловедение и термическая обработка металлов. – 2022. – № 5(803). – С. 43-45. – DOI 10.30906/mitom.2022.5.43-45.*
7. *Влияние введения титана в состав порошковой проволоки типа 25Х5ФМС / А. А. Усольцев, Н. А. Козырев, А. Р. Михно [и др.] // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2021. – Т. 17, № 3(195). – С. 135-137.*
8. *Влияние углерода на физико-механические свойства, наплавленного с использованием порошковой проволоки Fe-C-Si-Mn-Cr-Ni-Mo-V металла / Н. А. Козырев, А. А. Усольцев, А. Р. Михно [и др.] // Сварочное производство. – 2022. – № 1. – С. 5-10.*

ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ, ПОЛУЧЕННОЙ МЕТОДОМ ТЕРМИЧЕСКОГО РАСТВОРЕНИЯ УГЛЯ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОКСА

Ветошкина Ирина Сергеевна

Публичное акционерное общество «Кокс»

Vetoshkina.is@yandex.ru

Аннотация. В лаборатории ПАО «Кокс» проведены исследования по получению органической добавки методом термического растворения углей и определению ее влияния на качественные характеристики металлургического кокса. В качестве сырья использовали угольный концентрат марки Г и антраценовую фракцию каменноугольной смолы. Введение добавки взамен угля марки Г приводит к увеличению показателя прочности кокса после реакции с CO_2 и снижению показателя реакционной способности. Полученная добавка характеризуется более низким содержанием серы в сравнении с нефтяными добавками.

Ключевые слова: спекающие добавки, каменноугольный пек, качество кокса, антраценовое масло.

INFLUENCE OF ADDITIVE PRODUCED BY THE METHOD OF THERMAL DISSOLUTION OF COAL ON THE QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF METALLURGICAL COKE

Vetoshkina I.S., PJSC «Koks»

Аннотация. In the laboratory of PJSC "Koks", studies have been conducted to obtain an organic additive by thermal dissolution of coals and to determine its effect on the qualitative characteristics of metallurgical coke. Coal concentrate of grade G and anthracene fraction of coal tar were used as raw materials for the preparation of the additive. The introduction of an additive instead of G grade coal in an amount of 5-10% leads to an increase in the strength index of coke after reaction with CO_2 and a decrease in the reactivity index. The resulting additive is characterized by a lower sulfur content compared to petroleum additives.

Keywords: sintering additives, coal pitch, quality coke, anthracene oil.

В современном мире, помимо потребности в производстве чугуна и стали растут и требования к качеству производимой продукции. Одним из важнейших факторов, влияющих на качество получаемого чугуна, является качество кокса. На сегодняшний день состояние коксохимического производства характеризуется нестабильностью в следствии колебаний марочного состава угольных шихт. При этом требования к качеству кокса постоянно повышаются, следовательно, повышаются и требования к качеству угольной шихты.

Поиск путей сохранения высокого качества кокса является одной из основных задач, стоящих перед коксохимической промышленностью. Для улучшения показателей CSR и CRI используют различные способы, основанные как на составлении и подготовке угольной шихты (трамбование, брикетирование) так и на введении в ее состав органических добавок.

Наиболее простым способом, не требующим реконструкции коксохимического производства, является использование спекающей добавки в шихте коксования. Роль спекающих добавок в процессе коксования заключается в переносе водорода в процессе термической деструкции органической массы угля, перешедшей в расплав и в повышении интервала пластичности.

В качестве спекающей добавки наиболее широко исследуются продукты нефтепереработки (нефтяной полукокс) и каменноугольные пеки, полученные в условиях собственных коксохимических производств. [1,2] Нефтяные добавки имеют свои недостатки, они характеризуются высоким содержанием серы (до 4%), а также оказывают негативное влияние на свойства некоторых химических продуктов коксования, в частности каменноугольной смолы. Каменноугольные пеки в сравнении с нефтяными добавками являются более дорогостоящими.

Так как в последнее время наблюдается снижение выработки каменноугольной смолы, и как следствие – пека, возникает актуальный вопрос возможности альтернативного способа получения спекающей добавки. С этой целью проведены исследования по получению пекоподобной спекающей добавки методом термического растворения углей и определению влияния полученной добавки на качественные характеристики металлургического кокса.

В качестве сырья для получения пека методом терморастворения использовались антраценовое масло с показателями качества, соответствующими ГОСТ 11126-88 [3] и угольный концентрат марки Г.

Полученная добавка в твердом виде после измельчения вводилась в шихту в количестве 2, 5 и 10 масс. % вместо спекающего компонента шихты.

Составленные шихты были проанализированы на показатели: зольность, выход летучих веществ, пластометрические показатели, индекс вспучивания, содержание серы. Введение в угольную шихту добавки взамен угля марки ГЖ в количестве 5-10 масс. % приводит к увеличению показателя прочности кокса после реакции с CO_2 (CSR) на 4,2% (с 58,4 до 62,6%) и снижению показателя реакционной способности (CRI) на 2,3% (с 31,2 до 28,9%) за счет пластифицирующих свойств добавки. Снижение зольности при использовании добавки в угольной шихте составляет 0,8% (с 10,4 до 9,6%).

С целью сравнительной оценки были проведены эксперименты с добавлением в шихту нефтяной добавки, каменноугольного пека, и добавки, полученной методом термического растворения угля. Наиболее существенное увеличение показателя CSR происходит при введении в состав шихты спекающей добавки, полученной методом термического растворения угля, в количестве 10%. При этом в коксе незначительно снижается содержание серы (с 0,40 до 0,38 %) и зольность кокса (с 10,4 до 9,6%). Введение в состав шихты нефтяной добавки приводит к увеличению содержания серы в коксе с 0,40 до 0,44%.

По результатам исследования можно сделать вывод, что использование спекающей добавки, полученной методом термического растворения угля, является одним из возможных путей решения проблемы расширения сырьевой базы коксования, за счет ввода в состав шихты низкосортных слабоспекающихся и газовых углей.

Список источников

1. Гагарин С.Г., Нешин Ю.И. Коксующие свойства каменноугольного пека в смеси с угольной шихтой // *Кокс и химия*. 2011. № 9. С. 53-56.
2. Мочалов В.В., Гайсаров М.Г. Исследование спекающей способности каменноугольных пеков // *Кокс и химия*. 1986. №11. С. 23-26.
3. ГОСТ 11126-88. Сырье коксохимическое для производства технического углерода. Технические условия., 1988. 2 с.

АТОМНЫЕ МЕХАНИЗМЫ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ЖЕЛЕЗА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПИКОСЕКУНДНЫХ ЛАЗЕРНЫХ ИМПУЛЬСОВ

Гостевская Анастасия Николаевна

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Маркидонов Артем Владимирович, д.ф.-м.н.

gostevskaya_an@mail.ru

Аннотация. В ходе исследования была применена компьютерная симуляция методом молекулярной динамики. Данный метод, опирающийся на принципы классической механики, моделирует поведение группы атомов посредством системы обыкновенных дифференциальных уравнений Ньютона. Применение метода молекулярной динамики позволяет с высокой точностью исследовать взаимодействия между атомами и динамику их перемещения в различных материалах. Полученные данные предоставляют ценную информацию о структурных модификациях и механизмах, протекающих на наноуровне.

Ключевые слова: Молекулярно-динамическое моделирование, ОЦК-кристалл, поверхность, межфазная граница, дислокация.

ATOMIC MECHANISMS OF STRUCTURAL CHANGES IN THE SURFACE LAYER OF IRON UNDER THE INFLUENCE OF PICOSECOND LASER PULSES

Gostevskaya A. N., Siberian State Industrial University

Markidonov A. V., Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Siberian State Industrial University

Abstract. This research utilizes computer simulations based on molecular dynamics, a methodology grounded in classical mechanics. By representing atoms as interacting particles governed by Newtonian differential equations, this approach enables the investigation of atomic interactions and their dynamic behavior within materials. The insights gleaned from these simulations provide crucial data regarding structural transformations and nanoscale mechanisms.

Keywords: Molecular dynamics simulation, bcc crystal, surface, interphase boundary, dislocation.

При воздействии высоких температур материалы претерпевают необратимые структурные изменения. Исследование влияния высоких температур на структурные превращения металлов в рамках механики конденсированных сред сталкивается с рядом проблем, связанных с модификацией основных физико-химических свойств и структуры этих материалов. Необходимо подчеркнуть, что в последнее время наблюдается растущий интерес к методам исследования характеристик наноразмерных частиц.

Исследование структуры на наномасштабном уровне, проводимое посредством экспериментальных методов, сталкивается с существенными сложностями, обусловленными малыми размерами частиц [1]. Использование способов компьютерного моделирования для изучения высокотемпературных воздействий на атомные механизмы преобразования структуры ОЦК кристалла дает возможность изучить и провести исследование проблемы, которую трудно и дорого решать экспериментальными методами.

Использование компьютерного моделирования позволяет верифицировать теоретические положения, интерпретировать и прогнозировать явления, недостаточно полно изученные традиционными методами исследования. К тому же, компьютерное моделирование характеризуется экономической эффективностью получения данных [2].

В современном научном мире имеется широкий спектр методик моделирования, которые дают возможность исследовать характеристики и строение материалов на молекулярном уровне [3]. В рамках данного исследования был применен метод молекулярной динамики, который позволяет предсказывать изменения структуры и свойств материала под воздействием высоких температур.

Моделирование проводилось с помощью молекулярно-динамической модели, представляющей собой прямоугольную ячейку, симулирующую структуру монокристалла железа. Оси координат этой ячейки ориентированы вдоль ортогональных кристаллографических направлений $[111]$, $[\bar{1}\bar{1}0]$ и $[11\bar{2}]$. В модели использовались параметры потенциала межчастичного взаимодействия, полученные в рамках метода ЕАМ и описанные в работе [4]. Для численного решения дифференциальных уравнения движения атомов описывают, как изменяется положение и скорость атома во времени под воздействием сил. применялся алгоритм Верле с шагом по времени 1 фс. Расчеты были выполнены с использованием свободного программного пакета

молекулярно-динамического моделирования XMD [5]. В основе моделирования воздействия пикосекундного лазерного импульса лежит тепловая модель, которая постулирует, что воздействие лазерного излучения на мишень сводится к ее нагреву. Методика численного эксперимента, подробно описанная в работе [4], предусматривает два этапа. На первом этапе осуществляется неравномерный нагрев расчетной ячейки в течение 10 пикосекунд в соответствии с заданным теоретическим распределением температуры, убывающим перпендикулярно свободной поверхности. Для моделирования поверхности используются свободные граничные условия вдоль одной из осей расчетной ячейки, а вдоль остальных осей - периодические. Основным варьируемым параметром, влияющим на величину температуры, является плотность энергии q лазерного излучения. На втором этапе в течение 90 пикосекунд температура кристалла понижается согласно заданному распределению. На обоих этапах проводится анализ структуры кристалла с использованием различных алгоритмов, которые будут описаны ниже. Визуализация исследуемой структуры осуществляется при помощи пакета OVITO [6].

В ходе вычислительного эксперимента, моделирующего формирование поверхности кристалла вдоль направления $[1\bar{1}0]$, наблюдаются существенные структурные изменения. Во время охлаждения расчетной ячейки происходит кристаллизация, сопровождающаяся образованием краевой дислокации с вектором Бюргерса $a/2 \langle 111 \rangle$, где « a » – параметр решетки. Длина дислокации увеличивается по мере продвижения фронта кристаллизации и последующей трансформации в петлю. На рис. 1 изображены атомы, не идентифицированные методом углов и связей Экланда-Джонса [10] как принадлежащие к узлам ОЦК решетки. Эти атомы можно рассматривать как находящиеся в жидкой фазе. На рисунке также представлено изображение межфазной границы, построенное с помощью метода триангуляционной сетки.

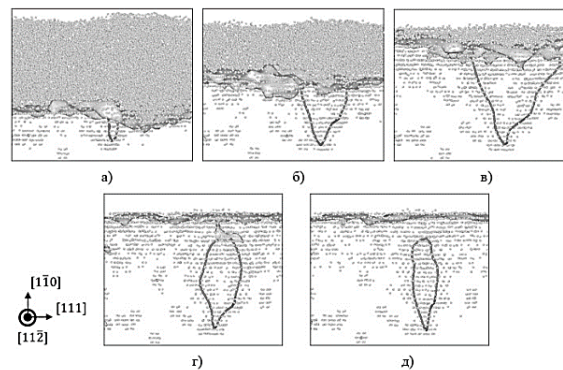


рис.1 Визуализация образования дислокационной петли при моделируемой плотности энергии $q = 4 \text{ МВт/см}^2$. Представлены фрагменты расчетной ячейки через 32 (а), 47 (б), 62 (в), 77 (г) и 90 (д) пс

При создании поверхности вдоль направления $[112]$ образование дислокаций зафиксировано не было. В обоих рассмотренных случаях дислокации $a/2 \langle 111 \rangle$ зарождаются на межфазной границе и скользят в плоскостях $\{112\}$ и $\{110\}$. Но в численном эксперименте, результаты которого представлены на рис. 1, вектор Бюргерса дислокации коллинеарен вектору, соответствующему одному из ребер расчетной ячейки, что в рамках модели упрощает последующие оценки условий, необходимых для зарождения дислокации.

Возникновение дислокаций обусловлено недостатком атомов для формирования идеальной кристаллической структуры во время кристаллизации. Данный недостаток атомов возникает вследствие недостатка части атомов с поверхности материала при его нагреве. Вследствие этого, увеличение плотности энергии (q) приводит к росту длины дислокации, поскольку возрастает количество оторванных атомов. Необходимо отметить, что для инициации образования дислокаций требуется наличие механических напряжений. В вычислительной модели, используемой в данном численном эксперименте, присутствуют как температурные напряжения, возникающие из-за применения периодических граничных условий, так и межфазные напряжения, девиаторная часть тензора которых создает поверхностное натяжение на границе фаз. Вероятнее всего, образование дислокаций связано с неоднородностью распределения касательных напряжений τ_{xz} в межфазном слое, обусловленной его кривизной. Именно искривление межфазной границы может приводить к концентрации напряжений [7 – 9]. Как видно из рис. 1, дислокации начинают формироваться в области наибольшей кривизны, что способствует релаксации касательных напряжений.

Расчет напряжений, результаты которого представлены на рис.2, проводился для модели, с созданной поверхностью вдоль направления $[1\bar{1}0]$ (см. рис.1), так как в данном случае, как уже было сказано ранее, вектор Бюргерса коллинеарен оси X. Вычисления осуществлялись для области расчетной ячейки, которая охватывает одновременно обе фазы. Пока доминирующей фазой является жидкость, касательное напряжение равно нулю.

По мере кристаллизации напряжение начинает расти, а затем, с момента образования дислокации, наблюдается его снижение.

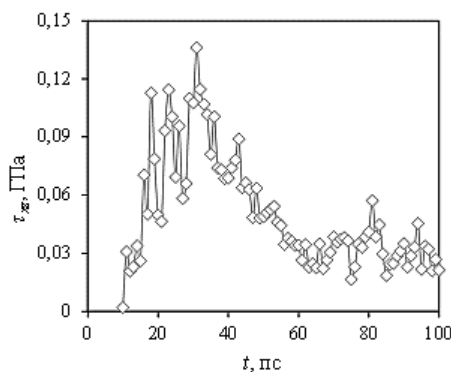


рис. 2. В ходе вычислительного моделирования процесса охлаждения происходит изменение касательных напряжений в ячейке

На рис. 2 представлены изменения касательных напряжений τ_{xz} при моделируемой плотности энергии $q = 4$ МВт/см², которые наиболее наглядно демонстрируют наблюдаемый эффект. При рассмотрении меньших значений q релаксация напряжений протекает менее интенсивно, и к завершению вычислительного эксперимента напряжения сохраняют более высокие значения (0,084 и 0,075 ГПа для $q = 3$ и 3,5 МВт/см² соответственно).

Закключение. В ходе проведенного численного моделирования было показано, что образование дислокаций в кристаллической структуре зависит как от ориентации кристаллографической плоскости, используемой в качестве свободной поверхности, так и от плотности энергии лазерного импульса. Последний фактор оказывает влияние на температуру расчетной ячейки. Предполагается, что образование дислокаций стимулируется кривизной межфазной границы, которая приводит к неравномерному распределению касательных напряжений.

Исследование проводилось в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 075-00087-2401

Список источников

1. Гостевская, А. Н. Применение молекулярно-динамического моделирования для исследования процессов в области контакта свариваемых металлов / А. Н. Гостевская, А. В. Маркидонов // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2021. – № 2(36). – С. 11 – 14.
2. Yang Z., Watanabe S. Dislocation loop formation under various irradiations of laser and/or electron beams // Acta Materialia. – 2013. – V. 61. – N 8. P. – P. 2966 – 2972.
3. Xie J., Yan J., Zhu D., He G. Atomic-level insight into the formation of subsurface dislocation layer and Its effect on mechanical properties during ultrafast laser micro/nano fabrication // Advanced Functional Materials. – 2022. – V. 32, N 15. – P. 2108802.
4. Маркидонов А.В., Старостенков М.Д., Гостевская А.Н., Лубяной Д.А., Захаров П.В. Моделирование структурных изменений поверхностного слоя ОЦК-металла при кратковременном высокоэнергетическом воздействии методом молекулярной динамики // Металловедение и термическая обработка металлов. – 2022. – № 5(803). – С. 16–21.
5. XMD – Molecular Dynamics Program: [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://xmd.sourceforge.net>. Дата обращения: 21.01.2025.
6. Stukowski A. Visualization and analysis of atomistic simulation data with OVITO – the Open Visualization Tool // Modelling and Simulation Materials Science and Engineering. – 2010. – V. 18. – 015012.
7. Готовцев В.М., Шатунов А.Г., Румянцев А.Н., Сухов В.Д. Механизм формирования межфазных напряжений // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 11. – С. 45 – 49.
8. Греков М.А., Макаров С.Н. Концентрация напряжений на периодически искривленной межфазной поверхности // Вестник Санкт-Петербургского университета. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. – 2008. – № 1. – С. 25 – 31.
9. Игнатьев А.А., Готовцев В.М. Модель контактного взаимодействия жидкой и твердой фаз // Транспортные сооружения. – 2023. – Т. 10, № 2. – С. 1–22.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАРОЖДЕНИЯ НАНОРАЗМЕРНЫХ ЧАСТИЦ Al_3Sc В АЛЮМИНИЙ СКАНДИЕВОМ СПЛАВЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО

Долгов Данил Игоревич,

Чинов Вячеслав Юрьевич, Арышенский Евгений Владимирович, Сарычев Владимир Дмитриевич

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Арышенский Евгений Владимирович, д.т.н., доцент

moryk0205@gmail.com

Аннотация. Алюминиевые сплавы с добавками переходных металлов обладают уникальными свойствами, однако их механические характеристики зависят от процессов осаждения наноразмерных частиц. Для изучения процессов осаждения частиц Al_3Sc используется кинетический метод Монте-Карло, моделирующий их формирование и рост. Разработанный алгоритм на Matlab позволяет учитывать энергетические и термодинамические параметры, что обеспечивает точное предсказание микроструктуры и способствует улучшению свойств сплавов.

Ключевые слова: Алюминиевые сплавы, скандий, Al_3Sc , метод Монте-Карло, наноразмерные частицы, диффузия, моделирование, скачки.

MODELLING OF NUCLEATION OF NANOSCALE Al_3Sc PARTICLES IN ALUMINIUM SCANDIUM ALLOY USING MONTE-CARLO METHOD

Dolgov D.I., Chinov V.Yu., Aryshenskiy E.V., Sarychev V.D., Siberian State Industrial University

Aryshenskiy E. V., Holder of an Advanced Doctorate (Doctor of Science) in Engineering Sciences, Siberian State Industrial University

Abstract. Aluminium alloys with transition metal additives have unique properties, but their mechanical characteristics depend on the deposition processes of nanoscale particles. To study the deposition processes of Al_3Sc particles, a kinetic Monte Carlo method is used to model their formation and growth. The developed algorithm on Matlab allows to take into account energy and thermodynamic parameters, which provides accurate prediction of microstructure and contributes to the improvement of alloy properties.

Keywords: Aluminium alloys, scandium, Al_3Sc , Monte Carlo method, nanoscale particles, diffusion, simulation, jumps.

Алюминий и сплавы на его основе вызывают большой интерес в современной промышленности благодаря своему низкому весу, высокой коррозионной стойкости и возможности вторичной переработки [8-9]. Особый интерес представляют алюминиевые сплавы с добавками переходных металлов, таких как скандий, цирконий и гафний, за счет значительного повышения механических характеристик в результате выделения наноразмерных частиц типа L_{12} . Однако в ходе термической обработки, а также последующей эксплуатации сплавов при повышенных температурах частицы могут расти и коагулировать, что приводит к потере механических свойств. При кристаллизации алюминиевых сплавов переходные металлы также могут выделяться в виде крупных первичных включений, что уменьшает количество элементов в алюминиевой матрице для последующего выделения вторичных наноразмерных частиц типа L_{12} [1, 13-15]. Поэтому для сокращения расходов на дорогостоящие эксперименты необходим программный модуль для расчета количественной кинетики выпадения и роста частиц. Для её оценки применяются различные методы математического моделирования, например, метод фазового поля, метод среднего поля и метод Монте-Карло [5-6].

Кинетический метод Монте-Карло (КМК), предназначенный для имитации эволюции во времени протекания различных процессов, является мощным инструментом для моделирования выпадения и последующего роста наноразмерных частиц в металлических сплавах, что подтверждается множеством исследований.

В работе Петер Бинкеле и Зигфрида Шмаудера [2] использовался алгоритм времени пребывания без отторжения для моделирования осаждений в бинарных системах при температуре 773 K на уровне 500×10^9 шагов Монте-Карло. Этот алгоритм позволяет учитывать время, в течение которого атомы остаются на определенном месте в решетке, что важно для моделирования процессов осаждения, поскольку оно помогает точно вычислить динамику роста осадков. Результаты их исследования показали, что начальный радиус

осадков растет пропорционально и в конечном итоге достигает классического значения, ожидаемого на основе теории зародышеобразования.

Алгоритм времени пребывания, использованный Эммануэлем Клаутом и его коллегами [3-4], представляет собой метод, основанный на учете времени, которое атомы проводят на определенных узлах решетки, прежде чем перейти на другой узел. Этот подход применяется для моделирования осаждения, где важно отслеживать, как долго атомы остаются в определенном состоянии перед переходом к следующему состоянию в кристаллической решетке. Используя этот алгоритм на жесткой решетке FCC, исследователи смогли получить точные данные о размерах и радиусах осадков, что позволило сравнить их с результатами классической теории зародышеобразования и улучшить понимание кинетики осаждения в сложных системах, таких как алюминий-скандиевые сплавы.

Фредерик Суассон и Жорж Мартен [7, 11] применили аналогичный алгоритм для моделирования когерентного осаждения меди в α -Fe. В их исследованиях алгоритм времени пребывания использовался для учета переходных процессов в кристаллической решетке, что позволило им объединить кинетические и термодинамические аспекты осаждения. Они также использовали обобщенные модели переходных вероятностей для анализа диффузии вакансий, что обеспечило более точное понимание механизмов осаждения на первых стадиях, особенно в контексте металлургических процессов. Эти исследования подчеркивают важность применения метода Монте-Карло в анализе процессов осаждения в металлических системах, а также его универсальность для решения множества различных задач в материаловедении.

Особое внимание в исследованиях кинетического метода Монте-Карло (КМК) уделяется процессам активированной диффузии, которые играют ключевую роль в моделировании. Вероятность активации процесса определяется согласно уравнению (1):

$$p = \exp(-E_A/kT) \quad (1)$$

Где: p - вероятность, E_A - энергия активации, k - постоянная Больцмана, T - абсолютная температура.

Эта формула используется для описания процессов, связанных с диффузией, например, в кинетическом методе Монте-Карло (КМК). КМК моделирует такие явления, как выделение атомов Sc из алюминиевой матрицы, поверхностную диффузию, а также влияние энергии активации и температуры на вероятность движения атомов. Под движением понимается перемещение атомов или частиц по поверхности или внутри материала под действием тепловой энергии. Благодаря этому метод КМК идеально подходит для моделирования процессов роста и формирования структуры материалов, включая тонкие пленки, выращенные методом молекулярно-лучевой эпитаксии (МБЕ) [10].

Таким образом, КМК позволяет моделировать поведение частиц на основе вероятностных переходов, которые зависят от энергетических барьеров и термодинамических параметров. Это открывает широкие возможности для изучения сложных процессов, таких как послойный рост, формирование структурных дефектов и масштабирование поверхностей, что делает метод универсальным инструментом для исследований в области материаловедения.

Цель работы заключается в моделировании процессов выделений в алюминий-скандиевом сплаве с использованием кинетического метода Монте-Карло (КМК) для изучения механизмов формирования и эволюции осадков, их размеров, радиусов и структурных характеристик, а также для анализа влияния термодинамических и кинетических параметров на процессы осаждения и роста.

Моделирование выделения и последующего роста частиц Al_3Sc в алюминиевых сплавах основывается на анализе их кристаллической структуры, механизма формирования и кинетических процессов, которые происходят при термической обработке. Скандий, как легирующий элемент, существенно влияет на свойства алюминиевых сплавов, обеспечивая измельчение зерна, дисперсионное упрочнение и контроль структуры зерен. Эти эффекты связаны с образованием фаз Al_3Sc , которые имеют упорядоченную кубическую структуру с центром граней ($L1_2$) [1, 13-15].

Процессы осаждения Al_3Sc тесно связаны с термообработкой, которая включает стадии обработки раствором, закалки и старения. На микроструктурном уровне осаждение может происходить как гомогенно, так и гетерогенно, с образованием зародышей на дислокациях или границах зерен. Кинетика осаждения Al_3Sc определяется температурой обработки и содержанием скандия, а форма осаждающихся частиц обычно является сферической. В литературе подчеркивается, что фаза Al_3Sc может образовываться при различных условиях затвердевания или осаждения в пересыщенном твердом растворе, что свидетельствует о важности термодинамических и диффузионных факторов [1, 13-15].

Таким образом, моделирование осаждения Al_3Sc требует учета кристаллографических параметров, фазовых диаграмм и процессов атомной диффузии, что позволяет предсказать распределение осадков, их морфологию и влияние на упрочнение алюминиевых сплавов.

Одним из эффективных методов для моделирования осаждения Al_3Sc является использование метода кинетического Монте-Карло (КМК). Этот подход является мощным инструментом для изучения атомных механизмов формирования осадков и их эволюции. Ключевым процессом в данной задаче является диффузия, которая происходит через скачки вакансий между ближайшими соседями в кристаллической решетке алюминия. Частота этих скачков зависит от энергетических параметров системы, включая энергию активации (ΔE), которая представляет собой барьер для перемещения атомов. Энергия активации для атомов алюминия и скандия вычисляется с учетом структуры решетки FCC и количества связей между атомами алюминия, и скандия в ближайших окрестностях (уравнения 2–8) [3-4, 12].

$$E_{Al,V} = E_{sp,Al} - \sum_j \varepsilon V_j^{(1)} - \sum_{j \neq V} \varepsilon Al_j^{(1)} - \sum_j \varepsilon Al_j^{(2)} \quad (2)$$

$$\Delta E_{Al,V} = E_{sp,Al} - n_{AlAl}^{(1)} \epsilon_{AlAl}^{(1)} - n_{AlSc}^{(1)} \epsilon_{AlSc}^{(1)} - n_{AlAl}^{(2)} \epsilon_{AlAl}^{(2)} - n_{AlSc}^{(2)} \epsilon_{AlSc}^{(2)} - n_{AlV}^{(1)} \epsilon_{AlV}^{(1)} - n_{ScV}^{(1)} \epsilon_{ScV}^{(1)} \quad (3)$$

$$n_{AlAl}^{(1)} + n_{AlSc}^{(1)} = Z_1 - 1 \quad (4)$$

$$n_{AlAl}^{(2)} + n_{AlSc}^{(2)} = Z_2 \quad (5)$$

$$n_{AlV}^{(1)} + n_{ScV}^{(1)} = Z_1 \quad (6)$$

$$\Delta E_{Sc,V} = E_{sp,Sc} - \sum_j \varepsilon V_j^{(1)} - \sum_{j \neq V} \varepsilon Sc_j^{(1)} - \sum_j \varepsilon Sc_j^{(2)} \quad (7)$$

$$\Delta E_{Sc,V} = E_{sp,Sc} - n_{AlSc}^{(1)} \epsilon_{AlSc}^{(1)} - n_{ScSc}^{(1)} \epsilon_{ScSc}^{(1)} - n_{AlSc}^{(2)} \epsilon_{AlSc}^{(2)} - n_{ScSc}^{(2)} \epsilon_{ScSc}^{(2)} - n_{AlV}^{(1)} \epsilon_{AlV}^{(1)} - n_{ScV}^{(1)} \epsilon_{ScV}^{(1)} \quad (8)$$

Метод КМК позволяет моделировать движение вакансий и процесс осаждения Al_3Sc , вычисляя частоты переходов вакансий для каждого из 12 ближайших соседей ($\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_{12}$), а затем выбирая направление скачка на основе вероятностного подхода (уравнение 9). Среднее время пребывания вакансий на узле решетки определяется моделируемым временем (t_{MC}^{sim}), которое учитывает концентрацию вакансий (уравнение 10). Для получения реального времени (t_{MC}^{real}) необходимо учитывать разницу между смоделированной (C_V^{sim}) и реальной (C_V^{real}) концентрацией вакансий (уравнение 11) [3-4, 12].

$$\sum_{i=1}^n \Gamma_i \leq \text{случайное число} \leq \sum_{i=1}^{n+1} \Gamma_i \quad (9)$$

$$t_{MC}^{sim} = (\sum_{i=1}^{12} \Gamma_i)^{-1} \quad (10)$$

$$t_{MC}^{real} = \left(\frac{C_V^{sim}}{C_V^{real}} \right) * (\sum_{i=1}^{12} \Gamma_i)^{-1} = \left(\frac{C_V^{sim}}{C_V^{real}} \right) * t_{MC}^{sim} \quad (11)$$

Одной из главных задач моделирования является установление критерия для идентификации стабильных осадков Al_3Sc . Кластер считается осадком, если он удовлетворяет следующим условиям: 12 ближайших соседей атома скандия — атомы алюминия, хотя бы один атом на второй координационной сфере является атомом скандия, и количество атомов скандия в кластере превышает критическое значение (n_{Sc}^*), которое равно 13 согласно классической теории зародышеобразования.

Согласно этим критериям, вычисляется концентрация скандия в твердом растворе, исключая атомы, входящие в состав стабильных осадков (уравнение 12). Средний радиус осадков Al_3Sc предполагается сферическим, и для его вычисления используются уравнения, связывающие количество атомов в осадке с его объемом и радиусом (уравнения 13 и 14). [12]

$$x_{Sc} = \sum_{n_{Sc}=1}^{n_{Sc}^*} n_{Sc} C_{n_{Sc}} \quad (12)$$

$$V_{\text{частица}} = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{N}{2} a^2 \quad (13)$$

$$R = \left(\frac{3a^2}{8\pi} \right)^{1/3} \quad (14)$$

Таким образом, метод КМК предоставляет уникальную возможность для детального изучения процессов осаждения Al_3Sc на атомном уровне, включая кинетику зарождения, роста и укрупнения осадков. Это

позволяет более глубоко понять механизмы упрочнения алюминиевых сплавов. В свою очередь, для практической реализации данного метода и проведения вычислительных экспериментов был разработан специализированный алгоритм, представленный на (рис. 1):

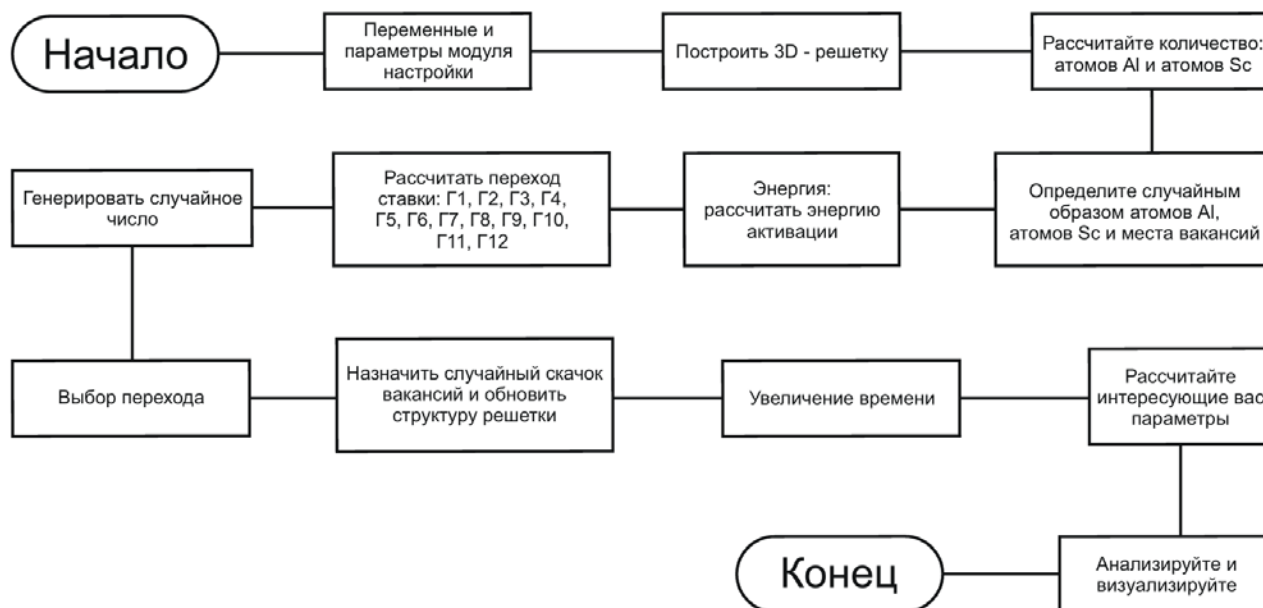


рис. 1 Метод Монте-Карло

Важным аспектом этой разработки является создание программного обеспечения для кинетического метода Монте-Карло (КМК), что представляет собой значительный шаг вперед в проектировании алюминиевых сплавов. Это позволяет технологам отказаться от дорогостоящих и времязатратных экспериментов в пользу научно обоснованных моделей. Это не только сократит затраты на исследования, но и повысит качество конечных продуктов, обеспечивая более точное предсказание поведения сплавов в различных условиях эксплуатации. В контексте Индустрии 4.0, интеграция таких технологий, как искусственный интеллект и машинное обучение, способствует оптимизации производственных процессов, что делает использование ПО для КМК важным инструментом для создания более устойчивой и инновационной промышленности, способной быстро адаптироваться к изменяющимся требованиям рынка.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-19-00064, <https://rscf.ru/project/24-19-00064>.

Список источников

1. Влияние режимов термической обработки на механические свойства алюминиевых сплавов 1570, 1580 и 1590 / Арышенский Е.В., Арышенский В.Ю., Дриц А.М., Рагазин А.А. // Вестн. Сам. ун-та. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. – 2022. – Т. 21, № 4. – С. 76-87. – DOI 10.18287/2541-7533-2022-21-3-76-87 – DOI: 10.18287/2541-7533-2022-21-3-76-87.
2. Binkele, P.; Schmauder, S. An atomistic Monte Carlo simulation of precipitation in a binary system. 2003, 94, 858–863, doi: 10.3139/146.030858.
3. Clouet, E., Nastar, M., & Sigli, C. (2004). Nucleation of Al₃Zr and Al₃Sc in aluminum alloys: From kinetic Monte Carlo simulations to classical theory. *Physical Review B*, 69(6). doi:10.1103/physrevb.69.064109.
4. Clouet, E., Hin, C., Gendt, D., Nastar, M., & Soisson, F. (2006). Kinetic Monte Carlo Simulations of Precipitation. *Advanced Engineering Materials*, 8(12), 1210–1214. doi:10.1002/adem.200600183.
5. Deschamps A., Hutchinson C. R. Precipitation kinetics in metallic alloys: Experiments and modeling // *Acta Mater.* – 2021. – Vol. 220. – P. 117338 – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2021.117338>
6. Diffusion-controlled lengthening rates of bainitic ferrite a part of the steel genome / Leach, L., Ågren, J., Höglund, L., & Borgenstam, A. // *Metall. Mater. Trans. A*. – 2019. – Vol. 50. – P. 2613-2618 – DOI: <https://doi.org/10.1007/s00170-021-07206-z>.
7. Frédéric, Soisson., Chu-Chun, Fu. (2007). Cu-precipitation kinetics in α – Fe from atomistic simulations: Vacancy-trapping effects and Cu-cluster mobility. *Physical Review B*, 76(21):214102-. doi: 10.1103/PHYSREVB.76.214102.
8. Goncalves M., Monteiro H., Iten M. Life Cycle Assessment studies on lightweight materials for automotive applications-An overview // *Energy Rep.* – 2022. – Vol. 8. – P. 338 – 345 – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.01.067>
9. Hashimoto N. Application of Aluminum extrusions to automotive parts // *Kobel. Technol. Rev.* – 2017. – Vol. 35. – P. 69–75.
10. Landau D.P., Binder K. A Guide to Monte Carlo Simulations in Statistical Physics. 3rd ed. — Cambridge: Cambridge University Press, 2009. — 488 p.
11. Martin, G., & Soisson, F. (2005). Kinetic Monte Carlo Method to Model Diffusion Controlled Phase Transformations in the Solid State. *Handbook of Materials Modeling*, 2223–2248. doi:10.1007/978-1-4020-3286-8_115.

12. A. de Moura and A. Esteves, "Simulation of the nucleation of the precipitate Al₃Sc in an Aluminum Scandium alloy using the kinetic Monte Carlo method," 2012 13th IEEE International Conference on Nanotechnology (IEEE-NANO 2012), Beijing, China, 2012, pp. 438-441, doi: 10.1109/NANO.2013.6721003.
13. Yuryev P. O. et al. Investigation the structure in cast and deformed states of aluminum alloy, economically alloyed with scandium and zirconium / Yuryev, P. O., Baranov, V. N., Orelkina, T. A., Bezrukikh, A. I., Voroshilov, D. S., Murashkin Y.M., Partyko E.G., Konstantinov I.L., Yanov V.V., Stepanenko N.A. // Int. J. Adv. Manuf. Technol. – 2021. – Vol. 115. – №. 1-2. – P. 263-274 – DOI: <https://doi.org/10.1007/s00170-021-07206-z>.
14. Microalloying Al alloys with Sc: a review / Zhang J. Y. Gao YH, Yang C, Zhang P, Kuang G, Liu G, Sun J //Rare. Metals. – 2020. – Vol. 39. – P. 636-650 – DOI: <https://doi.org/10.1007/s12598-020-01433-1>
15. Zhang H. M. et al. Influences of the Al₃Sc particle content on the evolution of bimodal grain structure and mechanical properties of Al–Mg–Sc alloys processed by hard-plate rolling / Zhang, H. M., Zha, M., Jia, H. L., Tian, T., Zhang, X. H., Wang, C., Ma PK., Gao D., Wang HY. // Mater. Sci. Eng., A. – 2021. – Vol. 802. – P. 140451 – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.msea.2020.140451>.

ПРИМЕНЕНИЕ АЛЮМОТЕРМИЧЕСКОГО ШЛАКА ФЕРРОВАНАДИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА В СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ: АНАЛИЗ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ОПТИМИЗАЦИЯ ШЛАКООБРАЗУЮЩИХ СИСТЕМ

Долгополов Александр Евгеньевич,

Фейлер Дарья Тимуровна, Шевченко Роман Алексеевич, Романенко Юлия Евгеньевна

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Фейлер Сергей Владимирович, к.т.н.

alexldolgop@yandex.com

Аннотация. Выполнен анализ применения шлаков алюмотермического производства феррованадия в качестве альтернативы плавиковому шпату (CaF_2) для внепечной обработки стали. Установлено, что шлаки с содержанием Al_2O_3 до 50-85 % обеспечивают формирование жидкоподвижных шлаковых систем, сохраняя степень десульфурации на уровне ~30%. При этом достигается снижение расхода алюминия на 10 % и устранение токсичных выбросов. Результаты лабораторных исследований подтвердили возможность использования шлаков алюмотермического производства феррованадия при внепечной обработке стали, что позволяет обеспечить снижение затрат и экологическую безопасность металлургического производства.

Ключевые слова: сталь, разжижение шлака, алюмотермический шлак, шлакообразующая смесь, ковшевая обработка стали

APPLICATION OF ALUMINOTHERMIC SLAG FROM FERROVANADIUM PRODUCTION IN STEELMAKING TECHNOLOGIES: ANALYSIS OF PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES AND OPTIMIZATION OF SLAG-FORMING SYSTEMS

Dolgoplov A.E., Feiler D.T., Shevchenko R.A., Romanenko Y.E., Siberian State Industrial University

Feiler S.V., PhD, Siberian State Industrial University

Abstract. The analysis of the use of slags from aluminothermic ferrovanadium production as an alternative to fluorspar (CaF_2) for extrafurnace steel treatment has been performed. It has been established that slags with an Al_2O_3 content of up to 50-85% ensure the formation of liquid-mobile slag systems, maintaining the degree of desulphurization at a level of ~30%. At the same time, a reduction in aluminium consumption by 10% and the elimination of toxic emissions are achieved. The results of laboratory studies have confirmed the possibility of using slags from aluminothermic ferrovanadium production in extra-furnace steel treatment, which allows for a reduction in costs and environmental safety of metallurgical production.

Keywords: steel, slag liquefaction, aluminothermic slag, slag-forming mixture, ladle processing of steel

В современном металлургическом производстве предъявляются высокие требования к качеству стали, для соответствия которым одним из основных этапов при производстве стали является внепечная обработка, направленная на рафинирование стали от неметаллических включений и вредных примесей, регулирование и оптимизацию химического состава.

В процессе внепечной обработки стали особый интерес вызывает использование вторичных ресурсов, таких как алюмотермические шлаки, которые являются побочным продуктом при производстве ферросплавов и имеют уникальный химический состав, позволяющий эффективно формировать жидкий шлак на поверхности металла в сталеразливочном ковше.

Для получения низкого содержания серы в стали предусматривается ковшевая обработка полупродукта в процессе его выпуска из конвертера с использованием твердой шлакообразующей смеси (ТШС). Эффективность рафинирования стали зависит от множества факторов, включая химический состав шлака, его сульфидную емкость, степень окисленности, температурные условия обработки, вязкость шлака и гидродинамику процесса [1]. Особое значение имеет жидкоподвижность шлака, поскольку процессы десульфурации и раскисления происходят на границе раздела шлак-расплав.

Традиционно для разжижения шлаков при сталеплавильном производстве используется флюорит (плавиковый шпат, CaF_2), однако его применение связано с рядом проблем. Флюорит является экологически

опасным веществом, обладает высокой стоимостью и агрессивно воздействует на футеровку сталеразливочного ковша [2]. Хотя добавка CaF_2 обеспечивает снижение вязкости шлака, механизм этого процесса остается неоднозначным. Образующийся при этом белит ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) имеет температуру плавления 2130°C , что само по себе не способствует разжижению. В связи с этим внимание исследователей [3] привлекает оксид алюминия (Al_2O_3), который положительно влияет на жидкоподвижность и серопоглотительную способность шлака. Повышение содержания Al_2O_3 в шлаке до 20-35 % позволяет достичь необходимой текучести без использования CaF_2 .

Оксид алюминия, в отличие от флюорита, не оказывает негативного воздействия на огнеупорные материалы и не выделяет токсичных веществ в атмосферу, что делает его более экологически безопасной альтернативой. При этом значительные количества Al_2O_3 (до 40-80 %) содержатся в шлаках алюмотермического производства ферросплавов, таких как феррохром и феррованадий. Использование этих шлаков в сталеплавильном производстве в качестве разжижителя позволяет не только отказаться от дефицитного и дорогостоящего плавикового шпата, но и снизить расход огнеупоров, повысить реакционную способность шлаков при внепечной обработке, улучшить экологическую обстановку на производственной площадке за счет сокращения токсичных испарений, а также рационально использовать шлаковые отвалы.

Например, при производстве феррованадия алюмотермическим способом на АО «ЕВРАЗ Ванадий Тула» образуется шлак с высоким содержанием оксида алюминия. Этот шлак может быть эффективно использован для формирования рафинировочного шлака при внепечной обработке стали, что позволит частично или полностью заменить плавиковый шпат в шлаковых смесях. Такое решение не только оптимизирует технологический процесс, но и способствует рециклингу шлаков феррованадия, превращая их из отходов в ценный ресурс.

Повышение содержания Al_2O_3 в ковшевых шлаках до 20-30 % способствует формированию защитного слоя тугоплавкой шпинели $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ на поверхности огнеупоров, что снижает их износ за счет стабилизации фазы C_2S , уменьшения растворимости MgO и предотвращения растрескивания [4]. Оксид алюминия также устраняет необходимость применения экологически опасного флюорита (CaF_2), снижая агрессивное воздействие на футеровку и улучшая экологическую безопасность [5]. Введение Al_2O_3 повышает поверхностное натяжение шлака, уменьшая его смачиваемость огнеупорами и металлом, что снижает пропитывание футеровки и уменьшает количество оксидных включений в стали. Оптимальное содержание Al_2O_3 (20-30 %) обеспечивает гомогенизацию шлака, растворяя нерасплавленные частицы извести и повышая рафинирующую способность.

В качестве эффективного источника Al_2O_3 рекомендуются отходы производства вторичного алюминия (ОПВА), содержащие дисперсный металлический алюминий, который действует как раскислитель, повышая рентабельность процесса [6]. Использование шлаков алюмотермического производства ферросплавов (например, феррованадия) также перспективно благодаря высокому содержанию Al_2O_3 (до 40-80 %). Практические рекомендации включают поддержание состава шлака: 50–60 % CaO , 25–35 % ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$), 4–5 % MgO , что улучшает стойкость огнеупоров и качество стали. Однако вопросы оптимального соотношения компонентов (например, параметра $\text{B}/\text{Al}_2\text{O}_3$) требуют дальнейшего изучения [7, 8, 9].

На АО «АрселорМиттал Темиртау» проведены испытания твердой шлакообразующей смеси (ТШС) на основе шлака алюмотермического производства ферросплавов (50–85% Al_2O_3 , 10-30% CaO , 4–16% MgO) с целью замены плавикового шпата при обработке стали на установке ковш-печь (УКП). Оптимальный расход ТШС составил 0,7–1,0 кг/т, при котором степень десульфурации сохранилась на уровне ~30%, аналогично применению CaF_2 . При этом расход алюминия снизился на 10% (до 0,59 кг/т), а токсичные выбросы фтора устранены. Превышение расхода ТШС (>1,8 т/плавку) приводит к снижению жидкоподвижности шлака и эффективности рафинирования, что обусловлено ростом содержания Al_2O_3 .

Аналогичные результаты получены на АО «Ашинский металлургический завод» и в условиях АО «БМЗ» (Беларусь), где использовались алюмошлаковые брикеты и отходы производства вторичного алюминия (ОПВА). Применение Al_2O_3 -содержащих материалов подтвердило возможность отказа от флюорита без ухудшения технологических показателей, однако требует строгого контроля соотношения компонентов ($\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$) и общего расхода шлакообразующих.

На базе ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет» были проведены исследования образцов материалов, предоставленных АО «ЕВРАЗ ЗСМК», химический состав (в соответствии с техническими условиями) образцов представлен в таблице:

Наименование материала	Массовая доля, %										
	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	V ₂ O ₅	MnO	TiO ₂	FeO	ZnO	CaF ₂	Cr ₂ O ₃
Шлак алюмотермического производства феррованадия	16-30	4-16	50-85	до 5	0,5-2,5	до 0,3	до 0,3	до 0,5	до 0,1	-	-
Композиционный флюс	10-20	20-30	15-25	-	-	-	-	-	-	10-15	-
АТФ-75	17,0	3,0	70-80	2,0	-	-	-	1,5	-	-	2,0
Смесь шлакоукрывная СШУ-1Г	до 30,0	≤10,0	≥60,0	8,0	-	-	-	до 4,0	-	-	-

Первым этапом исследований проходил химический анализ материалов, были применены методы энергодисперсионной рентгеновской флуоресценции и рентгеноспектральный метод.

Следующим этапом исследований физико-химических свойств материалов является метод дифференциального термического анализа. Для проведения исследования, все материалы были предварительно измельчены до фракции <0,315 мм. Нагрев производился в одинаковых условиях, на воздухе с 20°C до 1300°C, со скоростью 15°C/мин. Масса образцов составляла 50 мг.

При проведении дифференциального термического анализа, плавление материала произошло только у композиционного флюса, температура плавления составила 1289,56°C. В связи с тем, что температура плавления других материалов превышает 1300°C, была применена методика определения температуры плавления с использованием специальной лабораторной установки. Основным элементом установки является «микрорепечка», состоящая из платиновой пластины, закрепленной между двумя водоохлаждаемыми токопроводами.

Наблюдение за процессом плавления частиц материала, производили при 30-тикратном увеличении. Исследуемую пробу материала в количестве нескольких крупинок (дробление до размера зерна ≤0.315 мм) помещали на спай термопары вваренную в платиновую пластину. Плавление материала производилось в естественной атмосфере, за температуру размягчения принималась температура, при которой происходит округление острых кромок частиц материала, а плавления – переход пробы материала в жидкое состояние и растекание на пластинке.

При исследовании материалов на микрорепечке, получены температуры плавления: шлак алюмотермического производства феррованадия – 1381,48°C, СШУ-1Г – 1427,02°C. Также было подтверждено, что минимальную температуру плавления имеет композиционный флюс - 1254,55°C, но не произошло расплавление материала АТФ-75. При превышении температуры нагрева платиновой пластинки 1600°C происходил ее прогар. Дальнейшие исследования проводились в 10-кг индукционной печи.

Для обеспечения нагрева материала в печь устанавливали графитовый тигель, для предотвращения влияния материала тигля на свойства исходного материала при нагреве в графитовом тигле размещали инертный алундовый тигель, в который помещали исследуемый материал и вольфрам-ренийевую термопару. Оценку плавления производили визуально. Измерение температуры нагрева проводили параллельно термопарой погружения в защитном корпусе и пирометром.

Результаты нагрева и плавления исследуемых материалов в индукционной печи подтвердили результаты, ранее полученные на микрорепечке. Температура материала АТФ-75 была доведена до 1712°C, материал при этом не расплавился.

Для исследования процессов формирования шлакового расплава при использовании исследуемых материалов были подготовлены смеси материалов с известью в соотношениях «известь/материал» - 2, 3, 4. В навеску извести 50 гр. соответственно были введены материалы навесками 25 (33,3%), 16,67 (25%) и 12,5 (20%) гр. После чего подготовленные смеси подверглись измельчению и смешиванию на вибрационном истирателе.

Плавление и формирование шлакового расплава из смесей проводили в индукционной печи, по следующей методике: в печь устанавливали графитовый тигель и производили его нагрев до температуры 1700°C. В алундовый тигель помещали навеску подготовленной смеси. Алундовый тигель с шлакообразующей смесью помещали внутрь графитового тигля и фиксировали время от момента установки алундового тигля в печь до образования шлакового расплава.

Были получены следующие результаты: при содержании в смеси 20% флюсующего материала минимальное время расплавления имеет смесь извести со СШУ-1Г – 5 мин. 36 сек. При увеличении содержания флюсующего материала в смеси с известью до 25% минимальное время расплавления достигнуто при использовании композиционного флюса - 5 мин. 16 сек. Однако, при увеличении содержания композиционного

флюса до 33,3% наблюдается увеличение времени образования шлакового расплава – 6 мин. 15 сек., в то время как при увеличении содержания в смеси с известью шлака алюмотермического производства феррованадия до 33,3% время образования шлакового расплава (1207°C) составляет – 3 мин. 50 сек., при этом образовавшийся шлак жидкотекучий, свободно распределяется по поверхности тигля при его наклоне.

В результате проведенного исследования установлено, что использование алюмотермического шлака производства феррованадия позволяет обеспечить быстрое формирование жидкоподвижного шлакового расплава при его использовании в количестве 33,3% в смеси с известью при ее подаче на зеркало металла в сталеразливочном ковше.

Практическое применение алюмотермических шлаков производства феррованадия может обеспечить повышение экономической эффективности за счет снижения затрат на традиционные флюсующие материалы. Полученные результаты исследований подтверждают перспективность дальнейшего применения алюмотермических шлаков производства феррованадия для разжижения и обеспечения жидкоподвижности ковшевых шлаков.

Список источников

1. Мельник С.Г. Производство качественной стали с внепечным полиреагентным рафинированием / С.Г. Мельник // «Литье. Металлургия 2017»: материалы XIII междунар. науч.-практ. конф. Запорожье, 2017. С. 354–356;
2. Повышение стойкости футеровки агрегатов внепечной обработки стали / А.А. Метелкин [и др.]. Нижний Тагил: НТИ УрФУ, 2015. 144 с.;
3. Леонтьев Л.И. Переработка и утилизация техногенных отходов металлургического производства / Л.И. Леонтьев, В.И. Пономарев, О.Ю. Шешуков // Экология и промышленность России. 2016. Т. 20. № 3. С. 24–27;
4. Новиков, В.К. Сравнение моделей шлаковых расплавов на примере расчета активности оксидов в алюмосиликатной системе / В.К. Новиков, В.Н. Невидимов, Г.А. Топорищев // Расплавы. – 1991. – № 1. – С. 3–9;
5. Особенности десульфурации стали на установке ковши-печь в ОАО ММК / Р.С. Тахаутдинов, А.М. Бигеев, А.Х. Валиахметов [и др.] // Электрометаллургия. – 2003. – № 7. – С. 31–34;
6. Применение алюмошлаковых брикетов при внепечной обработке стали на Ашинском металлургическом заводе / М.Т. Гиндулин, С.В. Федотов, З.Х. Шакиров, В.И. Гернер // Сталь. – 2011. – № 8. – С. 28–30;
7. Явойский, В.И. Теория процессов производства стали : монография / В.И. Явойский. – Москва : Металлургия, 1967. – 791 с.;
8. Отходы производства вторичного алюминия – сырье для огнеупорной промышленности / И.Д. Кащеев, Т.В. Баяндина, А.И. Ушеров [и др.] // Новые огнеупоры. – 2008. – № 6. – С. 15–19;
9. Применение алюмошлаковых брикетов при внепечной обработке стали на Ашинском металлургическом заводе / М.Т. Гиндулин, С.В. Федотов, З.Х. Шакиров, В.И. Гернер // Сталь. – 2011. – № 8. – С. 28–30.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И МИКРОСТРУКТУРА СПЛАВОВ СИСТЕМЫ CoCrZrMnNi

Дробышев Владислав Константинович

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Коновалов Сергей Валерьевич, д.т.н.

drobyshev_v.k@mail.ru

Аннотация. В текущем исследовании изучена микроструктура высокоэнтропийных сплавов системы CoCrZrMnNi в зависимости от изменения содержания Zr и содержания Mn, полученных вакуумно-индукционной плавкой. В исследовании оценивается влияние процентного содержания Zr и Mn на микроструктуру и механические свойства (модуль Юнга, нанотвердость, микротвердость) высокоэнтропийного сплава (ВЭС) системы CoCrZrMnNi. Исследована связь варьирования процентного содержания Zr и Mn на изменение размера зерен и механических свойств ВЭС.

Ключевые слова: Высокоэнтропийный сплав, микротвердость, модуль Юнга, нанотвердость, микроструктура.

MECHANICAL PROPERTIES AND MICROSTRUCTURE OF ALLOYS OF THE CoCrZrMnNi SYSTEM

Drobyshev V. K., Konovalov S. V., Doctor of Technical Sciences, Siberian State Industrial University

Konovalov S. V., Doctor of Technical Sciences, Siberian State Industrial University

Abstract. In the current study, the microstructure of high-entropy alloys of the CoCrZrMnNi system was studied depending on the change in the Zr content and the Mn content obtained by vacuum induction melting. The study evaluates the effect of the percentage of Zr and Mn on the microstructure and mechanical properties (Young's modulus, nanohardness, microhardness) of the high-entropy alloy (HEA) of the CoCrZrMnNi system. The relationship between varying the percentage of Zr and Mn on the change in the grain size and mechanical properties of the HEA was investigated.

Keywords: High entropy alloy, microhardness, Young's modulus, nanohardness, microstructure.

Новый класс металлических материалов - высокоэнтропийные сплавы (ВЭС), обладающие необходимыми физико-механическими и эксплуатационными характеристиками, представляют собой материалы, состоящие из пяти и более элементов в равных или близких концентрациях [1-3]. Увеличение числа элементов повышает взаимную растворимость, облегчая образование однофазного твердого раствора [4]. Некоторые перспективные технологические особенности ВЭС включают высокую твердость [5], хорошую износостойкость [6], отличную прочность как при высоких, так и при низких температурах [7-9] и хорошую стойкость к окислению и коррозии [10]. Уникальные свойства данных сплавов приписываются к внутренним свойствам многокомпонентного твердого раствора, таким как искаженная структура решетки [11], эффект коктейля [12], вялая диффузия [5] и наномасштабное двойникование [9]. В текущем исследовании предлагаются к изучению три композиции высокоэнтропийных сплавов системы Co-Cr-Zr-Mn-Ni с изменением концентрации циркония и марганца в сплаве от ≈ 15 до ≈ 30 ат. %

Цель данного исследования — детальное изучение микроструктуры и однородности распределения элементов в полученных сплавах в зависимости от изменения содержания Zr и Mn. Анализ влияния добавки циркония на изменение микротвердости, нанотвердости, модуля Юнга сплавов системы Co-Cr-Zr-Mn-Ni и подбор композиции с оптимальными механическими свойствами.

Междендритная фаза сплава без Zr включает небольшие сферические зерна (10 мкм в диаметре), состоящих из оксидов Mn и Cr. Образование таких включений ранее было отмечено несколькими авторами и их, по-видимому, трудно избежать при получении материалов, выплавленных в вакуумной индукционной печи. Причиной их присутствия является частичное окисление шихтового материала, о чем свидетельствуют данные, представленные в таблице 2 полученные методом микрорентгеноспектрального анализа.

Микроструктура сплава, Co-Cr-Zr-Mn-Ni в литом состоянии при неэкви-молярном содержании Zr (8 ат. %) и Mn (33 ат. %), преимущественно состоит из крупных дендритов с повышенным содержанием хрома до 46%. Содержание циркония в междендритных областях сплава Co₂₀Cr₁₈OZr_{7,9}Mn_{33,3}Ni_{20,3} достигало 14 ат. %. С увеличением содержания циркония и уменьшения содержания марганца ближе к эквимолярному составу, структура материала становилась более однородной и размера зерна уменьшался с 30 до 5 мкм. Наиболее

мелкие дендритные зерна находятся в сплаве Co_{18,7}Cr_{16,5}Zr_{28,9}Mn_{17,4}Ni_{18,6}, простираясь от края образца к центру. Возможно, данное выравнивание дендритных зерен связано с направлением теплового потока во время затвердевания. Во всех исследуемых сплавах отмечено квазиоднородное распределение атомов кобальта при элементном картировании и тем самым соответствие процентного содержания кобальта соответствует номинальному в исследуемых сплавах, что согласуется с данными в работе. На электронно-микроскопических изображениях, представленных на рисунке 7, присутствуют темные

Изменение нанотвердости, микротвердости в сплавах Co-Cr-Zr-Mn-Ni по мере увеличения циркония и уменьшения марганца распределено нелинейно так в сплаве Co_{19,8}Cr_{17,5}Zr_{15,3}Mn_{27,7}Ni_{19,7} значение нанотвердости полученные в междендритной фазе обогащенной цирконием составило 11 ГПа, что выше по сравнению с измерениями, проведенными в дендритной области равными 9 ГПа и данные значения нанотвердости являются лучшими среди остальных исследуемых сплавов. Но при увеличении нагрузки на индентор с 50 мН до 5Н микротвердость Co_{19,8}Cr_{17,5}Zr_{15,3}Mn_{27,7}Ni_{19,7} снижается по сравнению с Co_{18,7}Cr_{16,5}Zr_{28,9}Mn_{17,4}Ni_{18,6} на 10%. В целом тенденция повышения содержания циркония положительно сказывается на увеличении микротвердости материала изменяющейся от 295 HV0.5 до 553 HV0.5. Тем самым сплав с содержанием элементов близкому к эквимолярному Co_{18,7}Cr_{16,5}Zr_{28,9}Mn_{17,4}Ni_{18,6} демонстрирует лучшую способность к упрочнению по сравнению со сплавами с номинальным содержанием циркония 7 и 15%. Это может быть связано с более мелкой структурой зерна достигающей размера около 5 мкм и однородным распределением элементов в сплаве Co_{18,7}Cr_{16,5}Zr_{28,9}Mn_{17,4}Ni_{18,6} по сравнению со сплавами Co_{19,8}Cr_{17,5}Zr_{15,3}Mn_{27,7}Ni_{19,7} и Co_{20,4}Cr_{18,0}Zr_{7,9}Mn_{33,3}Ni_{20,3}. Проведенные исследования подтверждают предположение об эффекте упрочнения высокоэнтропийных сплавов с повышенным содержанием циркония.

Закключение. В ходе исследования было установлено, что увеличение содержания циркония в сплавах Co-Cr-Zr-Mn-Ni от 8 до 28 ат. % способствовало образованию мелкозернистой структуры и более однородному элементному распределению. Сплав Co_{19,8}Cr_{17,5}Zr_{15,3}Mn_{27,7}Ni_{19,7} в ходе инструментального индентирования продемонстрировал наибольшее значение нанотвердости 10 ГПа и модуля Юнга 161 ГПа. Тогда как сплав Co_{20,4}Cr_{18,0}Zr_{7,9}Mn_{33,3}Ni_{20,3} обладает наименьшими механическими свойствами среди других сплавов, что может быть связано с крупнозернистой структурой. По мере увеличения нагрузки на индентор (5Н) микротвердость сплава Co_{19,8}Cr_{17,5}Zr_{15,3}Mn_{27,7}Ni_{19,7} снизилась по сравнению со сплавом Co_{18,7}Cr_{16,5}Zr_{28,9}Mn_{17,4}Ni_{18,6}, что может указывать на более универсальные механические свойства сплавов с содержанием циркония от 20 ат. %.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда No 23-49-00015,

<https://rscf.ru/project/23-49-00015/>

Список источников

1. Zhang Y., Zuo T.T., Tang Z., Gao M.C., Dahmen K.A., Liaw P.K., Lu Z.P. Microstructures and properties of highentropy alloys. *Progress in Materials Science*. 2014;61:1–93.
2. Yeh J.-W. Alloy Design Strategies and Future Trends in High-Entropy Alloys//JOM. 65 545 (2013) 1759–1771. <https://doi.org/10.1007/s11837-013-0761-6>.
3. George E.P., Raabe D., Ritchie R.O. High entropy alloys// *Nat. Rev. Mater.* 4 (2019) P. 515–534. <https://doi.org/10.1038/s41578-019-0121-4>. 551.
4. Rogachev, A.S. Structure, stability, and properties of high-entropy alloys // *Physics of Metals and Metallography*. – 2020. – Vol. 121, No. 8. – P. 807–841.
5. Kao, Y.F.; Chen, T.J.; Chen, S.K.; Yeh, J.W. Microstructure and mechanical property of as-cast, homogenized and deformed Al_xCoCrFeNi (0 < x < 2) high-entropy alloys. *J. Alloys Compd.* 2009, 488, 57–64
6. Poletti, M.G.; Fiore, G.; Battezzati, L. Development of a new high entropy alloy for wear resistance: FeCoCrNiW_{0.3} and FeCoCrNiW_{0.3} + 5 at. % of C. *Mater. Des.* 2017, 115, 247–254.
7. Miracle, D.; Senkov, O.N.; Wilks, G.B.; Scott, J.M. Mechanical properties of Nb₂₅Mo₂₅Ta₂₅W₂₅ and V₂₀Nb₂₀Mo₂₀Ta₂₀W₂₀ refractory high entropy alloys. *Intermetallics* 2011, 19, 698–706.
8. Tabachnikova, E.D.; Podolskiy, A.V.; Laktionova, M.O.; Bereznai, N.A.; Tikhonovsky, M.A.; Tortika, A.S. Mechanical properties of the CoCrFeNiMnV_x high entropy alloys in temperature range 4.2–300 K. *J. Alloys Compd.* 2017, 698, 501–509.
9. Gludovatz, B.; Hohenwarter, A.; Catoor, D.; Chang, E.H.; George, E.P.; Ritchie, R.O. A fracture-resistant high entropy alloy for cryogenic applications. *Science* 2014, 345, 1153–1158.
10. Нестеров К.М., Фаррахов Р.Г., Аубакирова В.Р., Исламгалиев Р.К., Сиразеева А.Р., Абуайяш А. Термическая стабильность и коррозионная стойкость ультрамелкозернистого высокоэнтропийного сплава Fe₃₀Ni₃₀Mn₃₀Cr₁₀ // *Frontier Materials & Technologies*. - 2022. - №4. - С. 81–89. doi: 10.18323/2782-4039-2022-4-81-89
11. Yeh, J.W. Alloy design strategies and future trends in high-entropy alloys. *JOM* 2013, 65, 1759–1771.
12. Zhang, Y.; Zuo, T.T.; Tang, Z.; Gao, M.C.; Dahmen, K.A.; Liaw, P.K.; Lu, Z.P. Microstructures and properties of high-entropy alloys. *Prog. Mater. Sci.* 2014, 61, 1–93.

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ СТОЙКОСТИ ФУТЕРОВОК РАЗЛИВОЧНЫХ КОВШЕЙ В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА АО «КУЗНЕЦКИЕ ФЕРРОСПЛАВЫ»

Запольский Андрей Сергеевич

АО «Кузнецкие ферросплавы», Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Темлянцева Михаил Викторович, д.т.н., профессор, СибГИУ

zapolskiyas@mail.ru

Аннотация. Исследованы способы повышения стойкости футеровки разливочных ковшей. Рассмотрены конструкции стенов сушки и разогрева разливочных ковшей. Применение защитных покрытий на огнеупорной футеровке и использование электрических или плазменных стенов для сушки и разогрева разливочных ковшей – это современные подходы, которые способствуют снижению затрат, оптимизации механизации и автоматизации технологических процессов при соблюдении стандартов промышленной безопасности и минимизации воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова: ферросплавное производство, огнеупорная футеровка, защитный слой, стойкость футеровки, стенов разогрева, сушка и разогрев футеровки.

METHODS OF INCREASING THE DURABILITY OF LINING LADLES IN THE CONDITIONS OF THE CURRENT PRODUCTION OF JSC KUZNETSK FERROALLOYS

Zapolsky A.S., JSC Kuznetsk Ferroalloys, Siberian State Industrial University

Temlyantseva M.V., Dr. Sci. (Eng.), Prof., Siberian State Industrial University

Abstract. The methods of increasing the durability of the lining of filling ladles are investigated. Designs of drying and heating stands for filling ladles are considered. The use of protective coatings on refractory lining and the use of electric or plasma stands for drying and heating filling ladles are modern approaches that help reduce costs, optimize mechanization and automate technological processes while complying with industrial safety standards and minimizing environmental impacts.

Keywords: ferroalloy production, refractory lining, protective layer, durability of lining, heating stands, drying and heating of lining.

В цехе ферросплавного производства Акционерного общества «Кузнецкие ферросплавы» (АО «КФ») для приема жидкого ферросилиция при выпуске из ферросплавных печей и последующей его разливки используются разливочные ковши. При выпуске металла из ферросплавной печи от 50 до 80 % потерь тепла происходит из-за необходимости нагрева футеровки разливочного ковша [1, 2]. В зависимости от мощности печей, марки ферросилиция и грузоподъемности электромостовых кранов применяют разливочные ковши двух типов (емкостью 1,62 и 1,9 м³).

Кожух ковша изготавливают из листовой стали толщиной 12 мм в форме усеченного конуса с большим диаметром по верхнему обрезу. В верхней части кожуха расположен пояс ковша и накладки с цапфами для захвата и транспортировки ковша с помощью электромостового крана с использованием специальной траверсы. В нижней части кожуха расположены проушины для возможности наклона. По верхнему обрезу кожуха ковша перпендикулярно оси цапф расположены два сливных носка.

Для футеровки ковшей применяют кирпич огнеупорный алюмосиликатный (шамотный) марки ШАК-I изделие № 5 с размерами 230×114×65 мм, отвечающий по качественным характеристикам ГОСТ 390, а по размерам – ГОСТ 8691. При отсутствии шамотного кирпича марки ШАК-I № 5 допускается использование для футеровки ковшей других огнеупорных алюмосиликатных кирпичей с соответствующими размерами и качественными характеристиками, не уступающими шамотному кирпичу марки ШАК-I № 5, например: доменный кирпич марки ШПД-39, муллитокорундовый кирпич марки МКВ-72, шамотный кирпич марки ША-I № 5. Кирпичную кладку ковшей выполняют на огнеупорном кладочном растворе, состоящем из огнеупорной глины, огнеупорного песка и технической воды. При футеровке стен ковша, между арматурным и рабочим слоем кирпичной кладки, в районе цапф (в место падения струи сплава) в качестве индикаторного слоя укладывают по одному листу картона асбестового общего назначения марки КАОН-1 толщиной 5 мм, длиной 1000 мм и шириной 800 мм (ГОСТ 2850).

Регламентируемая стойкость ковшей, футеровка которых выполнена из кирпича шамотного марки ШАК-I № 5 составляет от 15 до 20 наливов. Регламентируемая стойкость ковшей, футеровка которых выполнена из кирпича шамотного марки ША-I № 5 составляет от 10 до 15 наливов.

Износ футеровки происходит неравномерно, максимальные повреждения образуются в местах падения струи металла и вблизи шлакового пояса. Высокие температуры приводят к растворению огнеупорного материала в расплаве. Резкий перепад температур при выпуске жидкого металла приводит к разрушению футеровки из-за возникающих значительных температурных напряжений, что в результате снижает срок службы разливочных ковшей [3 – 5].

Для увеличения срока службы футеровки разливочных ковшей возможно использование защитных обмазок. Огнеупорные защитные обмазки представляют собой порошки из различных огнеупорных материалов определенной зернистости в смеси с разными добавками, обеспечивающими связывание компонентов обмазки с защищаемым материалом. Защитные покрытия на рабочую поверхность огнеупорной футеровки можно наносить вручную или, что предпочтительнее, методом торкретирования (рис. 1). Торкретирование является наиболее эффективным способом повышения стойкости футеровки. Для этого способа применяют как алюмосиликатные, так и кремнеземистые материалы [6].



рис. 1 Торкретирование разливочных ковшей [7]

В работе [7] проведены лабораторные эксперименты по подбору защитных огнеупорных обмазок футеровок и их опытно-промышленные испытания на ферросплавном производстве. Установлено, что стойкость футеровки с обмазкой на основе молотого боя шамота в 1,5 раза увеличивает количество наливов по сравнению с обычной футеровкой. Обмазка из молотого кварцита и молотого шлака повышает срок службы футеровки в среднем на 10 – 20 %.

На АО «КФ» после изготовления новой футеровки разливочных ковшей или проведения частичного, среднего, полного ее ремонта производственную емкость подвергают регламентированному просушиванию на участке ремонта разливочных ковшей в специальной сушильной камере. Теплогенерация реализуется посредством сжигания дизельного топлива. Перед транспортировкой непосредственно в цех ферросплавного производства отремонтированные или впервые изготовленные ковши для защиты от атмосферных осадков закрывают металлическими крышками.

Существующая технология сушки разливочных ковшей не позволяет полностью удалить влагу из огнеупоров, после частичного или капитального ремонта футеровки. Зачастую из ремонта выходят разливочные ковши со следами влаги в районе носка и в верхней части огнеупорной футеровки (рис. 2).



рис. 2 Недостаточно просушенный разливочный ковш

Разогрев просушенной футеровки ковша осуществляют в разливочном пролёте участка производства ферросилиция цеха ферросплавного производства методом порционной заливки в ковш жидкого сплава из другого ковша. Разогрев разливочного ковша считается завершённым по достижению температуры кожуха ковша не менее 100 °С.

При выпуске расплава ферросилиция в непросушенный ковш возникает риск интенсивного (взрывообразного) парообразования вследствие «запирания» влаги между стальным кожухом и футеровкой, сопровождающегося выбросами металла [8]. Это явление обусловило требование промышленной безопасности, согласно которому слив расплава в ковши, вышедшие из ремонта, разрешается проводить только после тщательного их просушивания и разогрева [9].

Для возможности безопасной эксплуатации разливочных ковшей после ремонта или изготовления новой футеровки применяют установки сушки и разогрева, состоящие, как правило, из газового или электрического оборудования.

В условиях действующего производства АО «КФ» природных газ не применяется. В качестве газообразного топлива для горелки стенда сушки футеровки разливочных ковшей также возможно использование ферросплавного газа [10], но на сегодняшний день все ранее эксплуатируемые на предприятии закрытые ферросплавные печи остановлены в рамках реализации федеральной программы «Чистый воздух».

Электрические стенды более экологически чистые благодаря отсутствию выбросов, легки в управлении температурным режимом разогрева, компактны и просты в обслуживании. Способ сушки и подогрева футеровки ковшей, осуществляемый электрическими нагревателями, реализуется на стенде нагрева, представляющего из себя несущую конструкцию, на которой закреплена футерованная крышка, в которую вмонтировано от 10 до 20 карбидкремниевых нагревателей. Электрические стенды обладают более высоким КПД нагрева по сравнению с газовыми, но не лишены определенных недостатков, а именно невозможность управления окислительно-восстановительным потенциалом атмосферы в ковше во время сушки и подогрева футеровки. Использование шамотных огнеупоров для футеровки разливочных ковшей на АО «КФ» не требует обязательного контроля окислительного потенциала атмосферы.

В России электрические стенды успешно эксплуатируются на заводе «Электросталь» (рис. 3), сушка и разогрев футеровки ковша на котором проходят в автоматическом режиме.

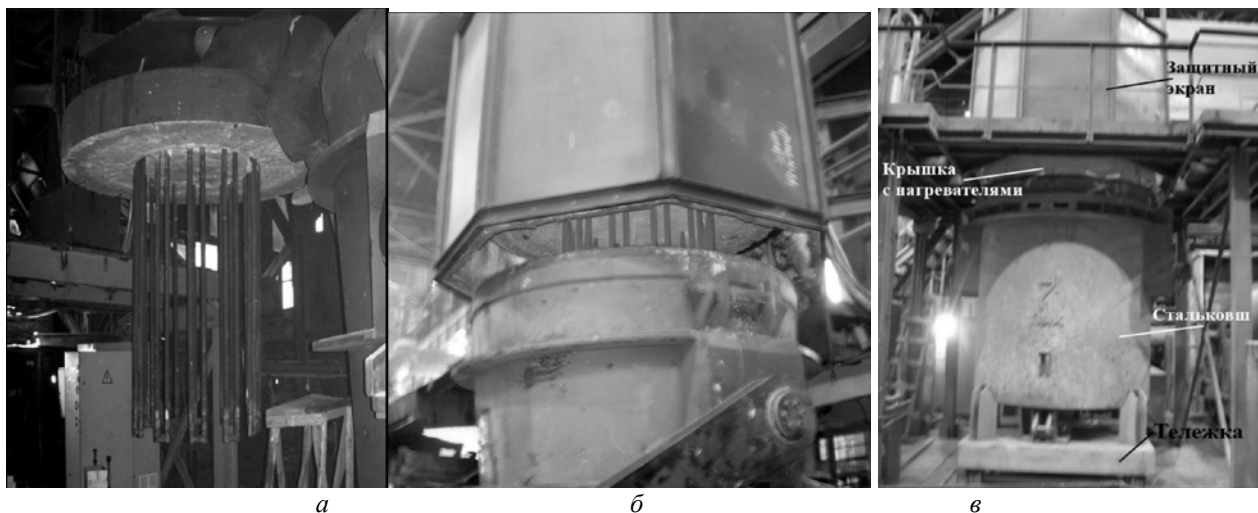


рис 3 Конструкция электростендов для сушки и разогрева футеровок разливочных ковшей:
а – общий вид электронагревателей, б – защитного экрана, в – стенда с ковшом [11]

Также для высокотемпературного разогрева сталеразливочных ковшей возможно применение плазменных стандов. Использование в качестве источника тепловой энергии низкотемпературной плазмы (рис. 4) более эффективно по следующим параметрам [12; 13]:

- максимальная температура нагрева до 2500 °С;
- высокая скорость нагрева футеровки;
- сокращение потребления электроэнергии;
- увеличение ресурса рабочих электродов.

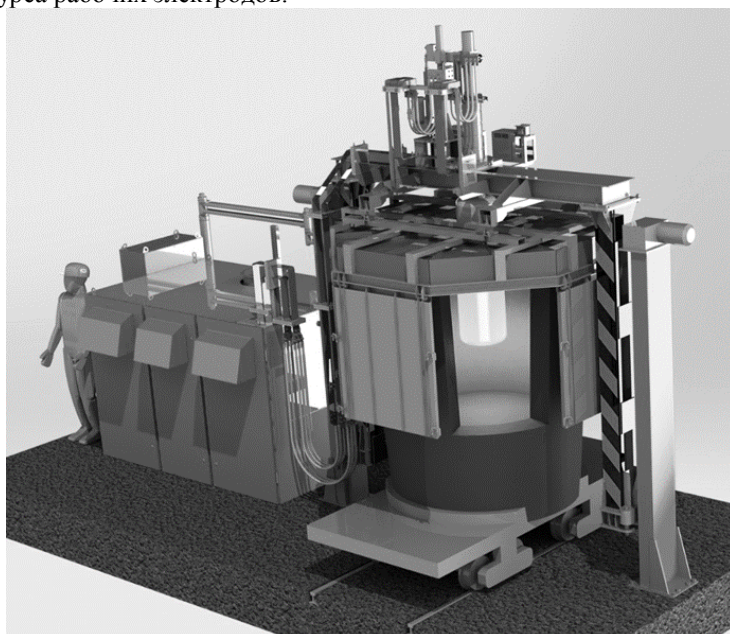


рис.4 Плазменная система для сушки и разогрева ковшей
ЭПОС-НП-2 [13]

Выводы:

Применение защитных покрытий на огнеупорной футеровке и использование электрических или плазменных стандов для сушки и разогрева разливочных ковшей – это современные подходы, которые способствуют снижению затрат, оптимизации механизации и автоматизации технологических процессов при соблюдении стандартов промышленной безопасности и минимизации воздействия на окружающую среду.

Список источников

1. Volkova O., Janke D. Modelling of Temperature Distribution in Refractory Ladle Lining for Steelmaking // ISIJ International. 2003. Vol. 43. № 8. P. 1185–1190.
2. Gupta N, Chandra S. Temperature Prediction Model for Controlling Casting Superheat Temperature // ISIJ International. 2004. Vol. 44. № 9. P. 1517–1526.

3. Andreev K.; Luchini B.; Rodrigues M.J.; Alves J. L. Role of fatigue in damage development of refractories under thermal shock loads of different intensity // *Ceram. INT.* 2020. № 46. P. 20707–20716. DOI: 10.1016/J.CERAMINT.2020.04.235
4. Prikhod'ko E.V. Analysis of methods for heating the lining of high-temperature units // *Refractories and industrial ceramics.* 2021. Vol. 62. No. 4. P. 463–466. DOI 10.1007/S11148-021-00625-1
5. Fomenko S.M., Akishev A., Tolendiuly S. Thermal flows influence on the change of temperature stresses in surface and inner layers of refractories // *Materials Today: Proceedings.* 2020. Vol. 33. Part 4. P. 1853–1858. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.05.198>.
6. Кащеев И.Д. Свойства и применение огнеупоров. Москва: Теплотехник, 2004:352.
7. Улмаганбетов Н.А., Алмагамбетов М.С., Заякин О.В., Досекенов М.С. Оптимизация стойкости футеровки разливочных ковшей ферросплавного производства. *Наука и техника Казахстана.* 2023;(3):152–161. <https://doi.org/10.48081/RXHH7263>
8. Запольский А.С. Выявление утечек воды в системе охлаждения открытых ферросплавных печей. В кн.: *Инновационный конвент "Кузбасс: образование, наука, инновации". Материалы XII Инновационного конвента.* – Кемерово: изд. КемГУ, 2024. С. 599 – 601.
9. Правила безопасности процессов получения или применения металлов (утв. приказом Ростехнадзора от 09.12.2020 г. № 512). – Официальный интернет-портал правовой информации <http://pravo.gov.ru> (дата обращения 24.11.2024 г.).
10. Запольский А.С., Темлянцева М.В. Стратегия энергосбережения ферросплавного производства. В кн.: *Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых.* Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2024. С. 63 – 70.
11. Краснянский М.В. Исследование и совершенствование энергетического режима внепечной обработки стали в ковшах малой вместимости. Автореф. канд. наук – 05.16.02 «Металлургия черных, цветных и редких металлов». Москва, 2024. – 20 с.
12. Пат. № 2663447 RU. Способ сушки и нагрева футеровки сталеразливочного ковша / М.Г. Кузьмин, Я.Л. Кац, А.В. Речкалов, А.С. Аньшаков; опубл.06.08.2018. Бюл. № 22.
13. Стенд для сушки и подогрева литейных ковшей. URL: <https://epos-nsk.ru/plazmennye-tehnologii/plazmennyy-podogrev-i-sushka-kovshey/> (дата обращения: 07.06.2024).

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИФФУЗНОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ АУСТЕНИТА В ЭВТЕКТОИДНЫХ СТАЛЯХ МЕТОДОМ ФАЗОВОГО ПОЛЯ

Ким Семён Олегович,

Шакаров Тимур Умиржонович, Федотова Валерия Александровна, Арышенский Евгений Владимирович

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Сарычев Владимир Дмитриевич, к.т.н.

semenkim@bk.ru

Аннотация. Метод фазового поля (МФП) активно используется для моделирования фазовых переходов в сталях. В настоящем исследовании используется уравнение диффузии углерода с кусочно постоянным коэффициентом диффузии, выведенное из МФП. С помощью метода конечных разностей по неявной схеме выводятся системы дискретные уравнения с использованием метода дробных шагов. Уравнения решаются методом продольно-поперечной прогонки. Разработана программа расчетов полей концентраций углерода в 3D геометрии. Можно моделировать кинетику роста перлитной колоний в пластинчатой и глобулярной формах. Это позволит выработать механизм формирования зоны пониженной твердости при сварке рельсов и выработать научно обоснованные технологические решения.
Ключевые слова: математическое моделирование, пластинчатый и глобулярный перлит, метод фазового поля, уравнение диффузии, метод прогонки.

MODELING OF THE DIFFUSION TRANSFORMATION OF AUSTENITE IN PRE-EUTECTOID STEELS BY THE PHASE FIELD METHOD

Kim S. O., Shakarov T. U., Fedotova V. A., Aryshenskii E. V., Siberian State Industrial University

Sarychev V. D., PhD in Engineering, Siberian State Industrial University

Abstract. The phase field method (PFM) is actively used for modeling phase transitions in steels. The present study uses the carbon diffusion equation with a piecewise constant diffusion coefficient derived from the MFR. Using the finite difference method, systems of discrete equations using the fractional steps method are derived according to an implicit scheme. The equations are solved by the tridiagonal matrix method. A program for calculating carbon concentration fields in 3D geometry has been developed. The kinetics of pearlite colony growth in lamellar and globular forms can be modeled. This will make it possible to develop a mechanism for the formation of a zone of reduced hardness during rail welding and to develop scientifically sound technological solutions.
Keywords: mathematical modeling, lamellar and globular perlite, phase field method, diffusion equation, tridiagonal matrix method.

1. Введение

С начала 90-х годов метод фазового поля (МФП) стал выдающимся инструментом для моделирования формирования и эволюции микроструктур в процессе обработки (см. [4, 7]). Ключевой идеей подхода PF является описание интерфейсов с использованием непрерывных полей. Неоднородности свойств на границах раздела, а также специфические граничные условия на границе раздела (обнаруженные в моделях, рассматривающих острые границы раздела) размыты и представлены плавным изменением одного или нескольких вспомогательных полей (фазовых полей) на диффузной границе раздела. Таким образом, проблема решается путем интегрирования уникального набора уравнений в частных производных во всей области, и эволюция различных интерфейсов происходит естественным образом как часть решения. Моделирование МФП охватывают ряд аспектов, связанных с зарождением, ростом и укрупнением зерен, частиц, таких как форма и распределение частиц, взаимодействие между частицами и внешними полями напряжений других частиц или дефектами кристаллической решетки, а также направленное укрупнение (сплавление) и стабильность микроструктур частиц в сплавах. Помимо этого, с помощью метода фазового поля имеется возможность моделировать фазовые превращения в сталях

Несмотря на высокую практическую значимость и обширные экспериментальные исследования, механизмы фазовых превращений в стали остаются недостаточно изученными [1]. В частности, крайне интересен процесс формирования глобулярного перлита или разведенного перлита (Devorced Eutectoid

Transformation) [5, 6]. DET относится к особому режиму эвтектоидного превращения в стали, которое происходит при температурах чуть ниже A_1 (температура эвтектики, $\approx 727^\circ\text{C}$). В этом режиме продуктом превращения являются сфероидальные частицы цементита в ферритной матрице, в отличие от типичной пластинчатой структуры перлита. По мнению авторов [5, 6] DET происходит, когда аустенит содержит мелкие частицы или ядра цементита, расположенные на расстоянии нескольких микрон или меньше друг от друга. Фронт превращения движется через аустенит, и существующие частицы цементита увеличиваются в размерах по мере протекания превращения, не образуя характерной пластинчатой структуры перлита. Другой сценарий и математическая модель формирования глобулярного перлита предложены недавно в работе [3] и основан на автокаталитическом механизме формирования регулярной структуры (пластинчатый и глобулярный перлит) при охлаждении ниже некоторой критической температуры. Целью данной работы является на основе МФП создать программный продукт для 3D моделирования формирования перлитных структур в эвтектоидных сталях.

2. Теоретические основы моделирования МФП

Основная идея МФП заключается в использовании непрерывных полевых переменных (фазовых полей) для описания границ между различными фазами или доменами в системе. Вводятся одна или несколько переменных $\phi_i(\mathbf{r}, t)$, которые описывают состояние системы в каждой точке пространства $\mathbf{r}$ и времени t . Например, $\phi_i=1$ может соответствовать одной фазе, а $\phi_i=0$ – другой фазе. Промежуточные значения ϕ описывают переходную область между фазами. Параметр порядка ϕ_i описывает состояние i -той фазы, что позволяет моделировать диффузионные процессы в системах с несколькими фазами (например, феррит, аустенит и цементит). Основой метода при этом является функционал свободной энергии (1) $F(c, \phi)$, который зависит от концентраций, фазовых переменных и их градиентов:

$$F(c, \phi) = \int_{\Omega} \left(\sum_{i=1}^3 \phi_i f_i(c_i, T) + \frac{k_c}{2} |\nabla c_i|^2 + \frac{k_\phi}{2} |\nabla \phi_i|^2 \right) dV \quad \#(1)$$

Где Ω – геометрическая область, где рассматривается задача, $f_i(c_i, T)$ – свободная энергия; c_i – концентрации углерода в i -ой фазе; T – температура (как параметр); ϕ_i – параметра порядка для i -й фазы; $k_c |\nabla c_i|^2 / 2$ – энергия градиента концентрации для i -го компонента; $k_\phi |\nabla \phi_i|^2 / 2$ – энергия градиента параметра порядка для i -й фазы. Сумма полей каждой фазы в любом положении системы сохраняется (2):

$$\sum_{i=1}^3 \phi_i = 1 \quad \#(2)$$

Необходимо воспользоваться принципом минимума свободной энергии, который гласит, что система стремится к такому состоянию, где её свободная энергия минимальна, т. е. система будет эволюционировать так, чтобы минимизировать функционал свободной энергии F . Для вывода дифференциального уравнения диффузии определим концентрацию углерода (3) $c(t, \bar{r})$ в области Ω :

$$c(t, \bar{r}) = \sum_{i=1}^3 \phi_i(t, \bar{r}) \cdot c_i(t, \bar{r}) \quad \#(3)$$

Можно показать, что задача о минимуме функционала (1) сводится к одному дифференциальному уравнению (4):

$$\frac{\partial c}{\partial t} = \nabla \cdot M_c \nabla \left(\frac{\delta F}{\delta c'} \right) \quad \#(4)$$

Где M_c – подвижность диффузионного поля, ∇ – оператор набла, $\delta F / \delta c'$ – вариационная производная. Уравнение (4) можно записать в более компактном виде (5) [3]:

$$\frac{\partial c}{\partial t} = \nabla \cdot D(c) \nabla c \quad \#(5)$$

Коэффициент диффузии зависит от концентрации в кусочно-постоянном виде (6):

$$D(c) = \begin{cases} D_\alpha, & 0 < c < c_1; \\ D_\gamma, & c_1 < c < c_2; \\ D_\theta, & b_1 < c < c_2. \end{cases} \quad \#(6)$$

Или в аналитическом виде (7):

$$D(c) = H(c_2 - c) \left(D_\gamma + (D_\alpha + D_\gamma) H(c_1 - c) \right) + D_\theta (c - c_2) \# (7)$$

Здесь $H(\dots)$ – функция Хейвисайда. Где c_1 и c_2 определяются из условий (8):

$$f_\alpha(T, c_1) = f_\gamma(T, c_1); f_\theta(T, c_2) = f_\gamma(T, c_2) \# (8)$$

Уравнения (8) наглядно представлены на рис. 1.

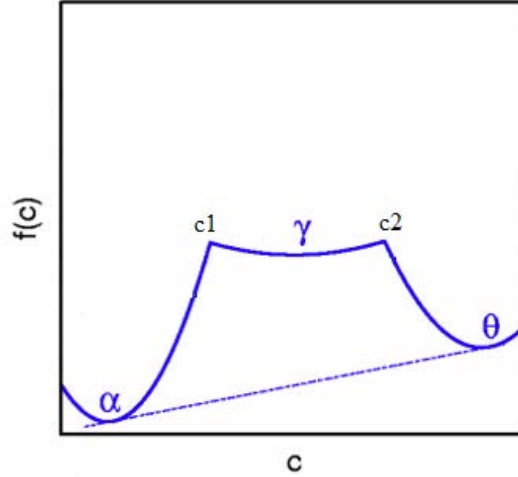


рис. 1 Зависимость потенциала свободной энергии от концентрации углерода

3. Реализация метода конечных разностей

В прямоугольном параллелепипеде выбираем разностную сетку с шагом по оси $x - h_1$, по оси $y - h_2$ и по оси $z - h_3$. При этом количество ячеек по оси x равно N_x , по оси $y - N_y$, а по оси $z - N_z$, для которых выполнены соотношения $N_x = a/h_1$, $N_y = b/h_2$, $N_z = c/h_3$. В уравнении (5) перейдем к разностным величинам, при этом производные заменяются отношением приращения на соответствующий шаг (9) (шаги по времени - τ , по оси $x - h_1$ оси $y - h_2$ и по $z - h_3$):

$$\frac{c_{ijk}^{n+1} - c_{ijk}^n}{\tau} = \frac{j_{i+\frac{1}{3},k}^{n+\frac{1}{3}} - j_{i-\frac{1}{3},k}^{n+\frac{1}{3}}}{h_1} + \frac{j_{i,j+\frac{1}{3},k}^{n+\frac{2}{3}} - j_{i,j-\frac{1}{3},k}^{n+\frac{2}{3}}}{h_2} + \frac{j_{i,j,k+\frac{1}{3}}^{n+1} - j_{i,j,k-\frac{1}{3}}^{n+1}}{h_3} \# (9)$$

Где обозначено

$$j_{i+\frac{1}{3},k}^{n+\frac{1}{3}} = D_{i+\frac{1}{3},k}^n \frac{c_{i+1,j,k}^{n+\frac{1}{3}} - c_{i,j,k}^{n+\frac{1}{3}}}{h_1}, j_{i-\frac{1}{3},k}^{n+\frac{1}{3}} = D_{i-\frac{1}{3},k}^n \frac{c_{i,j,k}^{n+\frac{1}{3}} - c_{i-1,j,k}^{n+\frac{1}{3}}}{h_1} \# (10)$$

$$j_{i,j+\frac{1}{3},k}^{n+\frac{2}{3}} = D_{i,j+\frac{1}{3},k}^n \frac{c_{i,j+1,k}^{n+\frac{2}{3}} - c_{i,j,k}^{n+\frac{2}{3}}}{h_2}, j_{i,j-\frac{1}{3},k}^{n+\frac{2}{3}} = D_{i,j-\frac{1}{3},k}^n \frac{c_{i,j,k}^{n+\frac{2}{3}} - c_{i,j-1,k}^{n+\frac{2}{3}}}{h_2} \# (11)$$

$$j_{i,j,k+\frac{1}{3}}^{n+1} = D_{i,j,k+\frac{1}{3}}^n \frac{c_{i,j,k+1}^{n+1} - c_{i,j,k}^{n+1}}{h_3}, j_{i,j,k-\frac{1}{3}}^{n+1} = D_{i,j,k-\frac{1}{3}}^n \frac{c_{i,j,k}^{n+1} - c_{i,j,k-1}^{n+1}}{h_3} \# (12)$$

Решение (9,10,11,12) осуществляется в три этапа методом расщепления с использованием дробных шагов [2], на каждом этапе используется метод прогонки. В настоящее время идёт отладка программы. Предполагаемые результаты расчётов должны выглядеть так, как показаны на рис. 2, где отчетливо видна кинетика формирования глобулярного перлита.

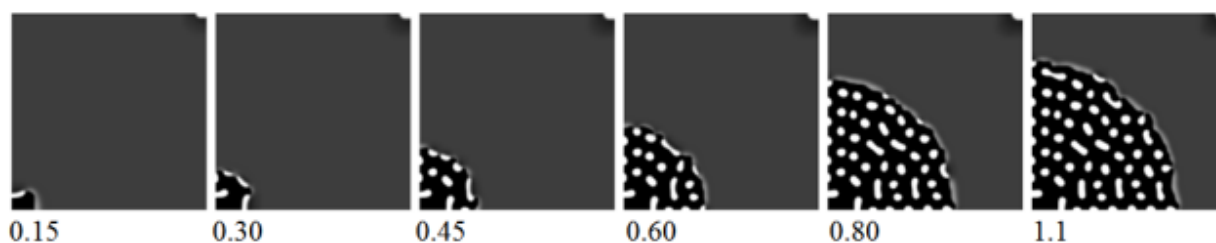


рис. 2 Расчетные данные роста колонии глобулярного перлита в 2D геометрии [3].

В работе [3] проведен параметрический анализ решения начально краевой задачи для уравнения диффузии, результаты которого приведены на рис. 3.

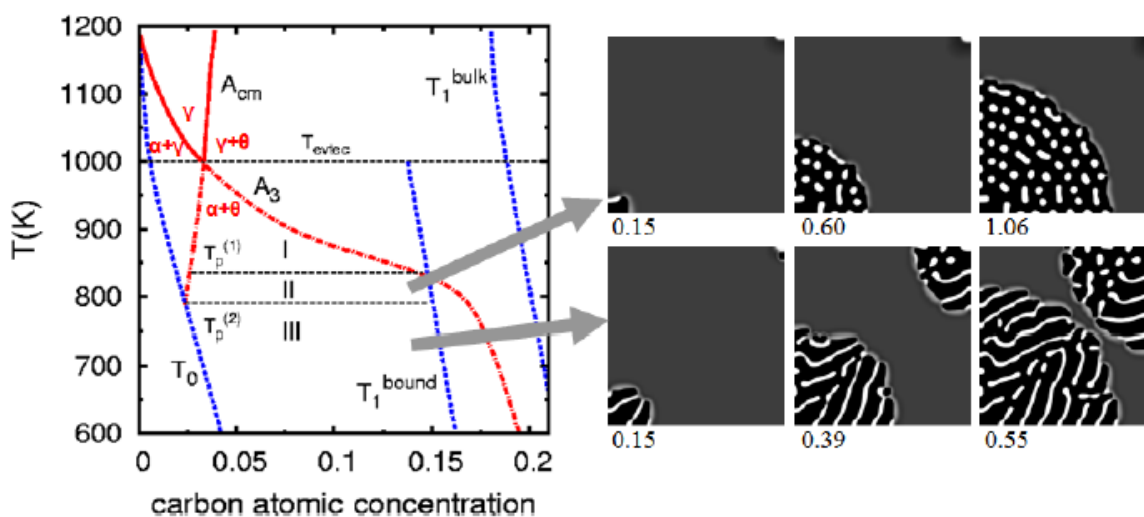


рис.3 На левой панели показана рассчитанная схема преобразования. Линии A_3 и A_{cm} являются границами двухфазных областей, а также их метастабильными продолжениями ниже эвтектоидной температуры T_{eutec} ; линии T_0 и T_1 являются линиями неустойчивости в отношении и трансформации, соответственно. Температурные области I–III определяются точками пересечения этих линий. На правой панели показана рассчитанная кинетика фазового поля роста глобулярной или пластинчатой структуры из зародыша, расположенного на стыках границ зерен (зародыш феррита в левом нижнем углу и зародыш цементита в правом верхнем углу квадрата). Числа под каждым фрагментом соответствуют безразмерному времени моделирования. [3].

4. Выводы

В ходе исследования была разработана программа для моделирования роста перлитной колонии. Дальнейшее развитие модели позволит более точно предсказывать динамику роста перлитной колонии при различных условиях. Есть возможность моделировать кинетику роста перлитной колоний в пластинчатой и глобулярной формах. Это позволит выработать механизм формирования зоны пониженной твердости при сварке рельсов и выработать научно обоснованные технологические решения.

Исследование частично поддержано грантом Российского научного фонда №22-79-10229,
<https://rscf.ru/project/22-79-10229/?CODE=22-79-10229#>

Список источников

1. И. К. Разумов, Ю. Н. Горностырев, М. И. Кацнельсон. К теории фазовых превращений в железе и стали на основе первопринципных подходов // Физика металлов и металловедение, 2017, том 118, № 4, с. 380–408
2. Яненко Н. Н. Метод дробных шагов решения многомерных задач математической физики. — Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1967. — 196с
3. Razumov I.K., Gornostyrev Yu.N., Katsnelson M.I. Autocatalytic mechanism of pearlite transformation in steel (2017). Physical Review Applied, 7, 1, pp. 1-8, article 014002.
4. Tourret, D., Liu, H. & Llorca, J. Phase-field modeling of microstructure evolution: recent applications, perspectives and challenges. Prog. Mater. Sci. 123, 100810 (2022)
5. J. D. Verhoeven; E. D. Gibson (1998). The divorced eutectoid transformation in steel., 29(4), 1181–1189. doi:10.1007/s11661-998-0245-4

6. Tim Zowada, J. D. Verhoeven *A Study of the Divorced Eutectoid Transformation, DET, in Eutectoid Composition Plain Carbon Steel* (2024). *Metallography, Microstructure, and Analysis* (2024) 13:3–17 <https://doi.org/10.1007/s13632-023-01027-0>
7. Zhao, Y. H. *Understanding and design of metallic alloys guided by phase-field simulations*. *Comput. Mater.* 9, 94 (2023).

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛИБДЕНОВЫХ РУД

Комарова Анна Валерьевна,

Хамов Максим Александрович, Марьенко Илья Константинович

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Полях Ольга Анатольевна, к.т.н.

kafcmet@sibsiu.ru

Аннотация. Рассмотрены способы обогащения молибдено содержащих руд. Проведен сравнительный анализ способов обогащения руды. Выявлен оптимальный способ обогащения - флотация. Основными достоинствами метода являются: непрерывность процесса; низкие конструктивные и эксплуатационные затраты; простота аппаратного обеспечения; высокая скорость очистки; эффективность очистки до 98 %; возможность повторного использования извлеченных веществ. Использование выбранного метода позволяет достигнуть содержания молибдена в концентрате 55%, при изначальном содержании молибдена в руде 0,1-0,5%.

Ключевые слова: молибден, концентрат, ферромolibден, обогащение, руда, флотация.

COMPARATIVE ANALYSIS OF PROCESSING METHODS OF MOLYBDENUM ORE

Komarova A.V., Maryenko I.K., Hamov M.A., Siberian State Industrial University

Poljah O.A., PhD in technical sciences, Siberian State Industrial University

Abstract. The methods of enrichment of molybdenum-containing ores are considered. A comparative analysis of ore processing methods has been carried out. The most optimal way of enrichment has been identified - flotation. The main advantages of the method are: continuity of the process; low design and operating costs; simplicity of hardware; high cleaning speed; cleaning efficiency up to 98%; the possibility of reuse of extracted substances. Using the chosen method makes it possible to achieve a molybdenum content of 55-58% in the concentrate, with an initial molybdenum content of 0.1-0.5% in the ore.

Keywords: molybdenum, concentrate, ferromolybdenum, enrichment, ore, flotation.

Ферромolibден — это добавка, которая придаёт металлам новые свойства. Он делает сталь более прочной и вязкой, улучшает её способность выдерживать высокие температуры без потери качеств. Чугун с добавлением ферромolibдена становится крепче и устойчивее к износу. [7].

Для получения ферромolibдена используется молибденовый концентрат с содержанием молибдена от 45% до 50% и даже больше. Молибден обычно добывают из руд, которые содержат его в достаточно большом количестве — от 0,1% до 0,5%. Это могут быть молибденовые, медно-молибденовые или молибден-вольфрамовые руды. Чтобы увеличить содержание молибдена в концентрате, применяют обогащение [3].

В настоящей работе проведен сравнительный анализ существующих способов обогащения молибденовых руд и обозначены перспективы получения высококачественного концентрата.

На практике применяют следующие способы обогащения молибденовых руд: рудоразборка, промывка, гравитационное обогащение, магнитная сепарация и флотация.

Сортировка рудного материала (рудоразборка) осуществляется путем визуальной идентификации и разделения кусков руды от породы по признакам различного цвета и блеска. Этот процесс может быть выполнен как вручную, когда операторы сортируют частицы размером 50 мм или крупнее (иногда до 25 мм) на конвейерной ленте, так и с применением специальных автоматических устройств [2].

Промывочное обогащение — это простой и недорогой способ обработки руды. Но он не слишком эффективен: содержание металла в концентрате увеличивается всего на 2–6% по сравнению с изначальным количеством в руде. Принцип работы этого метода основан на разном поведении глинистых частиц и породы при контакте с водой. Лёгкие элементы, такие как глина и песок, смываются потоком воды, а тяжёлые минералы руды остаются нетронутыми. Промывочное обогащение может быть как самостоятельным этапом обработки, так и подготовкой к более сложным методам обогащения. Обычно этот процесс применяют к крупным фракциям руды, а мелкие классы после первичной промывки отправляют на дальнейшую обработку другими технологиями. [6].

Гравитационное обогащение основано на различных скоростях падения частиц минералов в восходящей струе воды или воздуха, обусловленных разной плотностью минералов.

Гравитационное обогащение основано на использовании силы тяжести для разделения минералов. Но помимо гравитации, нужно учитывать и другие факторы: сопротивление среды (инерцию и вязкость жидкостей и газов), взаимодействие со стенками, дном и другими частями оборудования, а также инерцию твёрдых взвешенных частиц.

Существует множество методов гравитационного обогащения, но наиболее распространены два из них:

- метод, основанный на разнице в плавучести частиц разного удельного веса;
- метод, использующий инерцию движения частиц, которая тоже зависит от их удельного веса.

В первом случае действует одна сила тяжести. Во втором процессе участвуют всегда силы тяжести, обычно давление жидкости (но не всегда), а также одна или несколько других сил.

Возможность гравитационного разделения зависят от разницы удельных весов и крупности частиц.

Для разделения материалов используют разные среды: воздух, воду, жидкости с плотностью больше воды и суспензии — взвеси твёрдых частиц в жидкости или газе. Воздушная гравитация эффективна, когда рудные и нерудные минералы сильно различаются по плотности. Во всех остальных случаях применяют метод мокрой гравитации — разделение с использованием воды или более тяжёлых сред. Один из самых популярных методов — магнитная сепарация, которая позволяет обогащать железные, марганцевые, медно-никелевые руды и руды редких металлов. [6].

Магнитное обогащение бывает двух типов: сухое и мокрое. При сухом сепараторе обрабатываются крупные куски руды, а при мокром — мелкие, порошкообразные (как природные, так и специально измельчённые).

Процесс происходит в разных типах магнитных сепараторов: валковых, барабанных, роторных и других.

Все материалы по магнитным свойствам делятся на четыре группы: сильномагнитные, магнитные, слабомагнитные и немагнитные. В магнитном поле сепаратора магнитные частицы материалов намагничиваются и притягиваются к полюсам магнита или электромагнита. Частицы немагнитных материалов не намагничиваются и свободно удаляются из аппарата. [2].

Флотация — это метод обогащения полезных ископаемых, который происходит в водной среде. Само слово «флотация» означает «плавание на поверхности». Вода обладает рядом свойств: плотностью, вязкостью и способностью смачивать твёрдые тела. Эта способность зависит от поверхностного натяжения жидкости и характеристик твёрдых тел. Чем выше поверхностное натяжение воды, тем хуже она смачивает твёрдые поверхности. [1].

На смачиваемость твёрдой поверхности влияют её состояние и особенности: наличие жировых плёнок, химическая неоднородность, окисленность, микрорельеф (шероховатость, пористость, микротрещины) и даже структура кристаллической решётки. При измельчении кристаллов появляются новые поверхности, которые тоже влияют на смачиваемость.

По способности взаимодействовать с водой минеральные частицы делятся на гидрофильные и гидрофобные. Силикаты, сульфаты и оксиды хорошо взаимодействуют с водой, это гидрофильные минералы. А вот сера, графит, тальк и сульфиды не смачиваются водой — они относятся к гидрофобным.

Флотационный процесс обогащения, основывается на различий гидрофобности и гидрофильности минералов. Гидрофобные частицы, которые плохо взаимодействуют с водой, прикрепляются к пузырькам воздуха на границе раздела воды и поднимаются на поверхность (флотируются). А гидрофильные частицы остаются в пульпе, так как они хорошо смачиваются водой. Благодаря этому можно эффективно разделять минералы.

Чтобы понять, насколько хорошо минерал смачивается, измеряют угол смачивания (θ) — так называемый краевой угол. Он показывает, под каким наклоном поверхность жидкости располагается относительно смоченной частички минерала. Краевой угол образуется на границе трёх фаз: твёрдой, жидкой и газообразной. Этот угол находится между касательной к поверхности жидкости или к границе газовых пузырьков и поверхностью твёрдой частицы (рис. 1).

Флотационная пена должна отвечать нескольким требованиям:

- удерживать частицы минералов, которые поднялись вместе с пузырьками воздуха (рис. 2);
- способствовать дополнительному обогащению концентрата за счёт выпадения частиц пустой породы;
- быть не слишком устойчивой, чтобы разрушиться после удаления из флотационной камеры.

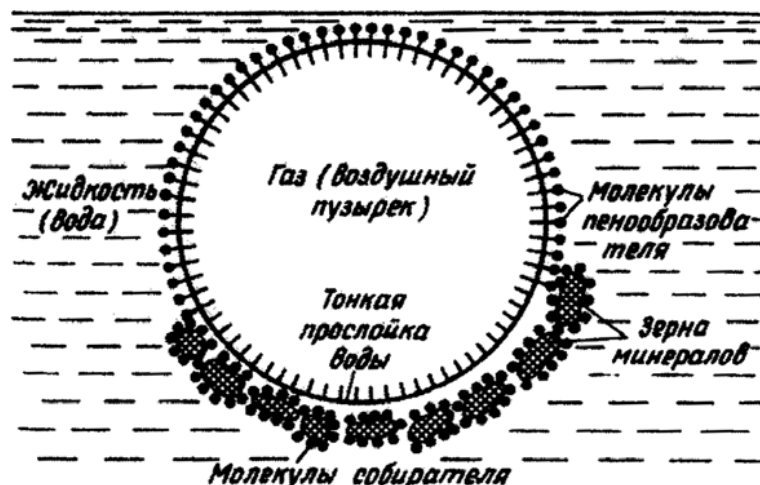


рис. 2 Схема закрепления флотируемых частиц на поверхности воздушного пузырька

Чтобы разрушить слишком устойчивую пену, её направляют под струю воды в желобах. Также для этого можно добавить керосин, солярное масло или алюмокалиевые квасцы.

Поскольку верхние слои флотационной пены более насыщены ценным минералом, для получения богатого концентрата пеносъемником снимают именно их.

Регуляторы флотации нужны, чтобы контролировать процесс и повышать избирательное действие собирателя на минералы. Вещества, которые усиливают влияние адсорбента на плавающие минералы, называют активаторами. А те, что ослабляют воздействие адсорбента на ненужные минералы — ингибиторами или депрессантами.

Реагенты влияют на поверхностные свойства минералов, помогая собирателю лучше выполнять свою задачу: удалять мешающую плёнку или создавать активирующую оболочку. Активирующие вещества делятся на катионные и анионные.

В качестве подавителей используют силикат натрия (жидкое стекло), щёлочи, сульфиты, хромовые соли, некоторые органические соединения (крахмал, дубильные вещества) и так далее.

Чтобы снизить вредное воздействие тонкодисперсных частиц, таких как шламы, которые прилипают к поверхности минералов и воздушных пузырьков, процесс флотации контролируют с помощью реагентов-диспергаторов или реагентов-флокулянтов [1].

Весь процесс флотации можно разделить на следующие стадии:

- а) адсорбция на поверхности материала веществ, улучшающих качество флотации;
- б) образование пузырьков, рассеянных по всему объёму пульпы (адсорбированные вещества на поверхности препятствуют соединению пузырьков);
- в) прикрепление пузырьков к минеральным зернам с гидрофобной поверхностью;
- г) подъем минерализованных пузырьков к поверхности пульпы и образование минерализованных пузырьков;
- д) удаление пузырьков из оборудования;
- е) разрушение пузырьков.

Подбором соответствующих реагентов можно заставить любой материал флотировать в пену или уходить в хвосты. При этом ввиду малого размера частиц удельный вес минерала не оказывает влияния на процесс флотации. [1].

Рассмотренные способы обогащения имеют достоинства и недостатки, представленные в таблице:

Рудоразборка	Достоинства	возможность разделить руду на сорта; экономия на измельчении руды, расходе реагентов, воды.
	Недостатки	трудоемкий процесс; не обеспечивает нужной степени обогащения.
Промывка	Достоинства	минимизация времени простоя; непрерывность работы; снижение затрат на обслуживание; экономия на материалах; эффективность очистки.
	Недостатки	ограничения по степени загрязнения; остатки реагентов; риск повреждения оборудования.
Гравитационное обогащение	Достоинства	большая производительность; пригодность для разделения минералов с весьма малой разницей в удельных весах; отсутствие необходимости классификации материала перед обработкой; простота аппаратуры и эксплуатации
	Недостатки	необходимость достаточно большой разницы в плотностях разделяемых минералов; необходимость узкой шкалы классификации; невозможность применения для предварительной концентрации, если крупность частиц ценных минералов $< 0,3$ мм.
Магнитная сепарация	Достоинства	эффективность; Экономичность.
	Недостатки	необходимость периодической очистки осадительных элементов; ограниченность метода — он полезен для нескольких избранных минералов, которые являются ферромагнитными и парамагнитными.
Флотация	Достоинства	непрерывность процесса; низкие конструктивные и эксплуатационные затраты; простота аппаратного обеспечения; высокая скорость очистки; эффективность очистки до 98 %; возможность повторного использования извлеченных веществ.
	Недостатки	расходование агентов и флотационных агентов; загрязнение окружающей среды; строгая зернистость измельчения; высокая стоимость, множество влияющих факторов и высокие требования к процессу.

При сравнительном анализе достоинств и недостатков способов обогащения установлено, что самым оптимальным способом обогащения является флотация. Флотационный молибденовый концентрат имеет низкое содержание вредных примесей, что определяет его высокие потребительские свойства, но тем не менее в концентрате имеются легкоплавкие соединения, затрудняющие окислительный обжиг для выплавки ферромолибдена.

Этот недостаток нивелируется с помощью дополнительного процесса дообогащения. При этом уменьшается содержание легкоплавких соединений за счёт чего увеличивается процент молибдена в концентрате. Дообогащение обычно осуществляется флотационными методами (перечистная флотация).

Список источников

1. Абрамов, А.А. Флотационные методы обогащения. Учебник для вузов – Недра, Москва, 1984 г., – 383 с.
2. Бочаров, В.А. Технология обогащения полезных ископаемых : учебник для вузов : в 2 т. Т.1. Минерально-сырьевая база полезных ископаемых. Обогащение руд цветных металлов, руд и россипей редких металлов / В.А. Бочаров, В.А. Игнаткина. – Москва : Руда и Металлы, 2007. – 471 с. : ил. – Библиогр.: с. 468
3. ГОСТ 4759-91. Ферромолибден. Технические требования и условия поставки. Термины и определения: утвержден и введен в действие постановлением Комитета стандартизации и метрологии СССР от 29.12.91 N 2353: дата введения 01.01.1993.- URL: <https://protect.gost.ru/v.aspx?control=8&baseC=-1&page=0&month=-1&year=-1&search=&RegNum=1&DocOnPageCount=15&id=128923> (дата обращения: 15.12.2024). – Текст: электронный.
4. Егоров, В.А. Основы обогащения руд /В.А. Егоров. – М.: Недра. 1980. – 215 с.– М.: Недра. 1980. – 215с.
5. Зеликман, А.Н. Металлургия редких металлов / А.Н. Зеликман, О.Е. Крейн, Г.В. Самсонов – М.: Металлургия, 1964. – 568 с.
6. Кусков, В.Б. Обогащение и переработка полезных ископаемых : учебное пособие для вузов / Санкт-Петербургский государственный горный институт. – СПб., 2002. – 84 с. : ил. – ISBN 5942110832.
7. Самсонов Г. В. Тугоплавкие соединения: справочник / Г. В. Самсонов, И. М. Виноцкий. – 2-е изд. – М.: Металлургия, 1976. – 560 с.
8. Уткин, Н. И. Цветная металлургия (технология отрасли) : учебник для техникумов / Н. И. Уткин. – Москва: Металлургия, 1990. – 448 с.

ПОСТРОЕНИЕ ЭПИЮР КОНТАКТНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКЕ ПОЛОС ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ НА ПЯТИКЛЕТЬЕВОМ СТАНЕ НЕПРЕРЫВНОЙ ПРОКАТКИ С УЧЕТОМ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЙ ТРЕНИЯ

Латушкин Илья Анатольевич,

Суздальцев Егор Алексеевич, Яшин Василий Владимирович

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

*Научный руководитель: Арышенский Евгений Владимирович, д.т.н., Сибирский государственный
индустриальный университет*

Ilya.Latushkin@samara-metallurg.ru

Аннотация. Условия трения при прокатке значительно влияют на энергосиловые параметры процесса. Перед расчетами усилия прокатки и определении контактных напряжений необходимо определить условия контакта валка и полосы. Авторами разработана модель позволяющая определять условия прокатки исходя из параметров процесса, и проведена апробация модели на примере расчете контактных напряжений по клетям непрерывной группы стана горячей прокатки. Показано, что при обработке алюминиевого сплава АА5182 первые три клетки работают в условиях граничного трения, а последние две, чистовые в условиях смешанного трения, соответственно и при определении контактных напряжений применены разные подходы, закон Зибеля в первом случае и закон гидродинамического трения во втором.

Ключевые слова: прокатка, условия трения, контактные напряжения, гидродинамическое трение.

CONSTRUCTION OF CONTACT STRESS DIAGRAMS DURING HOT ROLLING OF ALUMINUM ALLOY STRIPS ON A FIVE-RING CONTINUOUS ROLLING MILL, TAKING INTO ACCOUNT VARIOUS FRICTION CONDITIONS

*Latushkin I. A., Suzdaltsev E. A., Yashin V. V., Samara National Research University named after
academician S.P. Korolev*

Aryshensky E. V., D.T.S., Siberian State Industrial University

Abstract. The friction conditions during rolling significantly affect the energy-strength parameters of the process. Before calculating the rolling force and determining the contact stresses, it is necessary to determine the contact conditions of the roll and strip. The authors have developed a model that makes it possible to determine the rolling conditions based on the process parameters, and the model has been tested using the example of calculating contact stresses on the stands of a continuous group of a hot rolling mill. It is shown that when processing aluminum alloy AA5182, the first three cranes operate under boundary friction conditions, and the last two, finishing under mixed friction conditions, respectively, and different approaches are applied when determining contact stresses, Siebel's law in the first case and the law of hydrodynamic friction in the second.

Key words: rolling, friction conditions, contact stresses, hydrodynamic friction.

Для расчетов прокатки пользуются уравнением Кармана-Целикова в котором трение описывается законом Амонтона-Кулона. Суждения о степени точности и возможности применения закона Амонтона-Кулона для определения величины сил трения при обработке металлов давлением очень противоречивы. Закон Амонтона-Кулона выполняется наиболее точно при холодной деформации с применением технологических смазок, когда коэффициент трения относительно невелик. При деформации инструментом с грубой шероховатой поверхностью с малым количеством смазки этот закон менее справедлив (наблюдается падение коэффициента трения с ростом нормального давления). При горячей прокатки без смазки или с малым ее количеством применяют расчеты усилия прокатки при постоянных по дуге захвата силах трения. В данном случае для расчета касательных напряжений используется закон Зибеля-Прандаля. Закон Зибеля-Прандаля более правильно отражает физическую суть процесса трения, поскольку возникновение сил трения связано с пластической деформацией поверхностного слоя металла. По своему физическому содержанию закон Зибеля в большей степени соответствует жестким условиям трения, когда отсутствует технологическая смазка. При наличии смазки необходимо учитывать ее гидродинамические свойства, поэтому когда толщина слоя смазки превышает высоту неровностей на поверхности инструмента, силы трения определяют по законам жидкостного трения. Таким образом условия трения определяются отношением толщины масляной пленки к

комбинированной шероховатости. В таблицы № 1 представлены результаты определения условий трения на клетях непрерывной пятиклетевой группы стана горячей прокатки Самарского металлургического завода, на примере горячей прокатки полосы из алюминиевого сплава AA5182.

Результаты расчета соотношения толщины слоя смазки в очаге деформации и комбинированной шероховатости поверхностей трения при прокатке полосы из сплава AA5182 указаны в таблице:

Клеть, №	Шероховатость валков R_{a1}, Ra	Шероховатость полосы R_{a2}, Ra	Комбинированная шероховатость ρ, Ra	Толщина масляной пленки $\xi, \text{мкм}$	ξ/ρ	Тип трения
1	2,1	0,31	2,123	0,1	0,047	Граничное
2	1,5	0,28	1,53	0,3	0,29	
3	1	0,27	1,04	0,6	0,58	
4	1	0,26	1,03	1,5	1,45	Смешанное
5	1	0,256	1,03	1,7	1,65	

Из таблицы видно, что для расчета прокатки в первых трех клетях можно применять закон Зибеля, но для расчета клеток 4 и 5 необходимо учитывать гидродинамические свойства смазки.

На рисунке 1 представлены результаты расчета эпюр распределения напряжений по клетям.

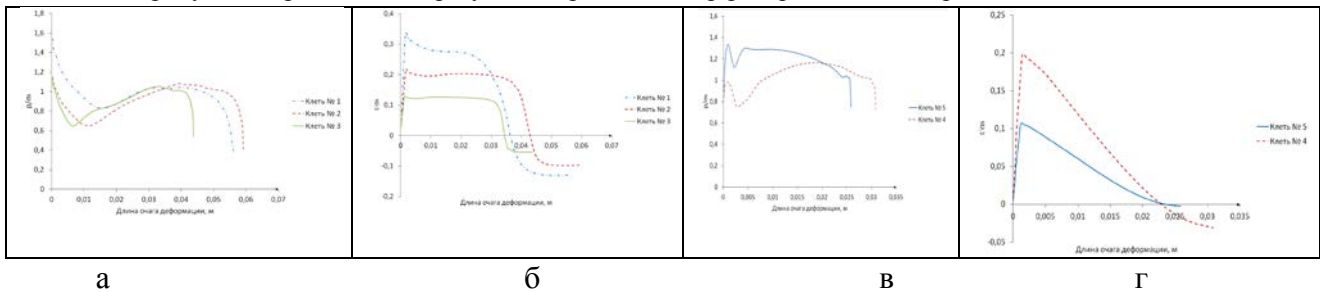


Рисунок 1 - Эпюры распределения величины нормального давления (а, в) и касательных напряжений (б, г) по длине очага деформации при прокатке полосы сплава AA5182 в непрерывной группе стана горячей прокатки

Полученные эпюры на первых трех клетях соответствуют экспериментальным данным о контактных напряжениях, полученных при прокатке полос с отношением l_a/H_{cp} от 1,1 до 5 на валках с встроенными

штифтовыми месдозами. Расчетный момент и усилие прокатки на всех клетях совпадает с фактическим с отклонением не более 3%. Увеличение скорости прокатки, снижение температуры полосы, уменьшение угла захвата на клетях №4 и №5 приводят к повышению количества смазки в пространстве между валком и полосой. В результате этого доля гидродинамической составляющей повышается и эпюры напряжений принимают вид характерный для жидкостного условия контакта.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-19-00590,
<https://rscf.ru/project/24-19-00590/>

АНАЛИЗ ОПЫТА МОДЕРНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОЛИЗЁРОВ С-2 (3) АО «РУСАЛ НОВОКУЗНЕЦК»

Марьенко Илья Константинович,

Говриленко Денис Алексеевич, Хамов Максим Александрович

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Ноздрин Игорь Викторович, д.т.н.

kafcmet@sibsiiu.ru

Аннотация. Проведена оценка основных технологических показателей модернизированных электролизеров С-2(Э), С-3(Э), оснащённый системой АПС, при опытной эксплуатации на АО «РУСАЛ Новокузнецк». Увеличение выхода по току наблюдалось при незначительном снижении рабочего напряжения электролизера. Применение системы АПС способствует уменьшению потребления электроэнергии в процессе производства и сокращению количества анодных эффектов.

Ключевые слова: электролизер, система автоматической подачи сырья, глинозём, дозатор, бункер.

ANALYSIS OF EXPERIENCE IN MODERNIZATION OF C-2 (3) ELECTROLYSERS OF JSC «RUSAL NOVOKUZNETSK»

Maryenko I.K., Govrilenko D.A., Hamov M.A., Siberian State Industrial University

Nozdrin I.V., PhD in technical sciences, Siberian State Industrial University

Abstract. The main technological parameters of modernized electrolyzers C-2(E), C-3(E) equipped with ARMF system were evaluated during pilot operation at JSC «RUSAL Novokuznetsk». The increase in current output at slight decrease in the operating voltage on electrolyzers. The use of ARMF system helps to reduce the consumption in the production process and reduce number of anode effects.

Keywords: electrolyzer, automatic raw material feeding system, alumina, dispenser, hopper.

С момента основания РУСАЛ активно работает над улучшением производственных процессов и минимизацией воздействия на окружающую среду. Компания, занимающая лидирующие позиции в России по производству алюминия, активно участвует в федеральных проектах и национальных программах, направленных на охрану окружающей среды.

РУСАЛ является участником проектов «Охрана окружающей среды», который регулируется постановлением Правительства РФ №326 от 15 апреля 2014 года, и «Экология», утверждённого указом Президента РФ №204 от 7 мая 2018 года. Эти инициативы реализуются в рамках государственной программы «Охрана окружающей среды» Российской Федерации. Кроме того, компания принимает активное участие в проекте «Чистый воздух».

В рамках своих обязательств инженерно-технологический центр РУСАЛа разработал комплексные программы «Эко-Содерберг» и «Предварительно обожжённый анод». Они направлены на техническое и экологическое обновление основных электролизных производств компании.

На Новокузнецком алюминиевом заводе, который является частью компании, в рамках этих проектов активно переводят часть электролизеров с самообжигающимися анодами на установки с предварительно обожжёнными анодами. Сейчас из 531 электролизера заменены 44.

Кроме того, идет процесс замены электролизеров С-8БМ, С-2 и С-3 шестой серии на модели, соответствующие индексу Э.

Также на заводе появились два новых сухих газоочистителя. В планах — построить еще четыре. Параллельно специалисты работают над улучшением системы сбора и отвода электролизного газа и внедряют автоматическую систему подачи сырья. Это позволит электролизным установкам и газоочистителям работать в оптимальном режиме. Цель данной статьи – проанализировать существующий опыт установки систем автоматического питания сырьем (АПС) на электролизерах шестой серии типа С-2 и С-3 АО «РУСАЛ Новокузнецк» [3, 4].

Система автоматической подачи сырья (АПС) в электролизер создана для того, чтобы пробивать корки застывшего электролита, подавать глинозём и контролировать его концентрацию в криолитоглиноземном расплаве. Также она автоматически добавляет фторсоли в расплавленный электролит [1, 5].

АПС включает в себя четыре бункера для глинозёма (по два с каждой стороны), которые объединены в одном корпусе с пробойниками и блоком автоматики.

Бункер для глинозёма — это герметичная сварная ёмкость, изготовленная из листового проката. Его конструкция обеспечивает надёжную защиту от внешних воздействий. Внутри бункера находится объёмный дозатор, который совмещён с пробойником и мундштуком. Боковые стенки бункера расположены под наклоном, что позволяет глинозёму «стекать» в дозатор. Это обеспечивает равномерную подачу материала.

Для установки бункеров используются опорные конструкции — кронштейны, которые крепятся на анодный кожух. Благодаря этому бункер надёжно фиксируется и не смещается во время работы. Чтобы облегчить перемещение бункера, в его конструкции предусмотрены круглые сквозные отверстия для вил погрузчика. Это позволяет быстро и безопасно перемещать бункер с места на место.

Основные технические параметры бункеров представлены в таблице ниже.

Технические показатели	Величины показателя
Объём бункера, м ³	2,6
Масса установки, кг	1060
Масса площадки, кг	550
Масса бункера, кг	510

Дозатор глинозёма — это устройство, которое приводится в действие с помощью пневматического цилиндра прямого действия. Объём одного дозатора может варьироваться от 800 до 1200 см³, в зависимости от свойств применяемого глинозёма.

Дозатор глинозёма объединён с механизмом для разрушения корки электролита. Этот механизм состоит из одного стержня, который соединён со штоком пневматического цилиндра. На стержне установлен дозирующий клапан и наконечник, предназначенный для пробивания корки электролита. Пневматический цилиндр имеет поршень диаметром 160 мм и ход 300 мм. Глинозём из бункеров самотеком подаётся к наконечнику пробойника.

Для усовершенствования электролизеров С-2 и С-3 были выбраны самые передовые решения, которые хорошо себя показали при внедрении аналогичных систем на электролизерах С-8 БМ 8 серии (рис.1).



рис.1 Электролизёр С-8 БМ(Э), оснащённый системой АПС

В сравнении с электролизерами С-8БМ (Э), система автоматической подачи сырья (АПС) на С-2 и С-3 расположена иначе. Это связано с особенностями конструкции, меньшими размерами и разным расположением электролизеров: загрузочный бункер АПС для С-2 и С-3 нельзя установить на торцевых сторонах (рис.2). Поэтому его размещают в измерительной секции вдоль продольного направления и в ленточной секции (рис.3).

В отличие от электролизеров С-8 БМ(Э) с отдельными бункерами для фторсодержащих соединений, в С-2 (Э) и С-3 (Э) суточная доза фторсодержащей соли добавляется в один из бункеров глинозёма и поступает в электролит вместе с ним.



рис.2 Электролизер С-2(Э), С-3(Э) торцевая сторона



рис.3 Электролизер С-2(Э), С-3(Э), оснащённый системой АПС

Усовершенствованные модели электролизеров С-2 (Э) и С-3 (Э), оборудованные самообжигающимися анодами и верхним токоподводом, функционируют в соответствии с технической документацией по производству алюминия и управлению процессом.

Основные средние технические показатели работы базовой и модернизированной версии электролизеров за 2022–2023 годы представлены в таблице ниже [2, 6]:

Технологические показатели	Значение параметра		Изменение параметра, %
	до модернизации	после модернизации	
Сила тока, кА	140,61	142,65	+1,5
Напряжение, В	4,61	4,63	- 0,5
Выход по току, %	87,92	88,62	+0,80
Удельный расход технологической электроэнергии, кВт • час/т	15728	15489	-1,54
Количество анодных эффектов, ед/сутки	0,80	0,46	-73,91
Длительность анодных эффектов, мин	1,66	1,65	-0,61

В результате были проанализированы ключевые технические характеристики усовершенствованных моделей электролизеров С-2(Э) и С-3(Э), оборудованных системой АПС, в ходе их тестовой эксплуатации на предприятии АО «РУСАЛ Новокузнецк». Выяснилось, что модернизация привела к увеличению выхода по току на 0,8% при небольшом снижении рабочего напряжения на электролизерах. Благодаря внедрению системы АПС удалось уменьшить потребление технологической электроэнергии на 1,54%, а также сократить количество анодных эффектов на 74%.

Список источников

1. Галевский, Г.В. *Металлургия алюминия. Справочник по технологии и оборудованию* / Г.В. Галевский, М.Я. Минцис, Г.А. Сиразутдинов. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2009. – 251 с.
2. Галевский, Г.В. *Металлургия алюминия. Электролизеры с анодом Содерберга и их модернизация : учеб. пособие* / Г.В. Галевский, М.Я. Минцис, Г.А. Сиразутдинов. - М. : Флинта : Наука, 2008. - 239 с.
3. На НКАЗе началось внедрение технологии ЭкоСодерберга / Новости компаний / Экология производства - научно-практический портал (ecoindustry.ru). URL: <https://www.ecoindustry.ru/news/company/view/47706.html?ysclid=lugn88fp5u976003964> (дата обращения: 15.01.2025).
4. Производство алюминия на электролизерах С-2(Э), С-3(Э) с самообжигающимся анодом и верхним токоподводом: Временная технологическая инструкция ВТИ 451.01.06. – Красноярск : РУСАЛ ИТЦ, 2022. - 59 с.
5. РУСАЛ перейдёт на экологичные технологии / Избавление от углеродного следа. URL: <https://www.liveinternet.ru/tags/%DD%EA%EE%F1%EE%E4%E5%F0%E1%E5%F0%E3/page1.html> (дата обращения: 15.01.2025).
6. Электролизер С-2(Э), С-3(Э). Управление технологическим процессом: Временное Техническое Руководство Процесса ВТРП 451.01.06.01. – Красноярск : РУСАЛ ИТЦ, 2022. - 29 с.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ МАРГАНЦА В СВАРНОМ СОЕДИНЕНИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФЛЮСА, ИЗГОТОВЛЕННОГО ИЗ ШЛАКА ПРОИЗВОДСТВА СИЛИКОМАРГАНЦА

Михно Алексей Романович

Сибирский государственный индустриальный университет

mikno-mm131@mail.ru

Аннотация. Оценка вероятности протекания окислительно-восстановительных реакций между компонентами флюсов и порошковых проволок является неотъемлемой частью при проведении исследований по разработке сварочных материалов. В работе проведен расчёт термодинамических характеристик – энтальпии, энтропии и энергии Гиббса реакций в стандартных условиях по справочным данным. На основании анализа полученных данных можно сделать вывод, что наибольшей окислительной способностью марганец обладает в сочетании с кальцием, затем магнием, титаном, и алюминием.

Ключевые слова: шлак силикомарганца, наплавка, сварка, флюс, энергия Гиббса.

RESTORATION OF MANGANESE IN A WELDED JOINT WHEN USING FLUX MADE FROM SILICOMANGANESE PRODUCTION SLAG

Mikhno A.R., Siberian State Industrial University

Abstract. Assessing the probability of redox reactions occurring between the components of fluxes and flux-cored wires is an integral part when conducting research on the development of welding materials. The work carried out calculations of thermodynamic characteristics - enthalpy, entropy and Gibbs energy of reactions under standard conditions using tabular data. Based on the analysis of the data obtained, we can conclude that manganese has the greatest oxidizing ability in combination with calcium, then magnesium, titanium, and aluminum.

Keywords: silicomanganese slag, surfacing, welding, flux, Gibbs energy.

В настоящее время создан ряд моделей применяемых в сварочном производстве. Исходя из условий сварки, по моделям рассчитывается состав многокомпонентных материалов используемых в сварочном производстве. При составлении технологий сварки рассчитывают параметры и свойства шва, режим сварки, подбирают электродные материалы и сварочные флюсы. При разработке и изготовлении сварочных материалов рассчитывают оптимальный состав исходной шихты [1].

Математическая модель, основанная на физико-химических процессах сварки, может служить достоверным экспериментальным подтверждением гипотез. В модели математическое описание гипотезы проверяется не опытами, а работой самого объекта. Проверка осуществляется в широком диапазоне входных параметров при достаточном числе измерений выходных параметров. Гипотеза подтверждается тогда, когда погрешность расчета и измерений входных и выходных параметров объекта близки между собой [2].

Ранее проведён ряд научно-исследовательских работ о возможности использования разработанного флюса на основе шлака от производства ферросиликомарганца. Изучен элементный состав, физико-механические свойства сварного соединения выполненного с использованием данного флюса [3]. Представленные материалы являются продолжением научно-исследовательской работы по изучению флюсов на основе шлака от производства ферросиликомарганца.

Для оценки вероятности протекания окислительно-восстановительных реакций, при использовании флюса на основе шлака силикомарганца, проведен расчёт термодинамических характеристик – энтальпии, энтропии и энергии Гиббса реакций в стандартных условиях по табличным данным. Для проведения расчетов был выбран следующий интервал температур 1500 – 3000 К по термодинамическим свойствам реагентов $[H^\circ(T) - H^\circ(298,15 \text{ K})]$, $S^\circ(T)$, $\Delta H^\circ(298,15 \text{ K})$. Термодинамический анализ проводился по следующим реакциям:

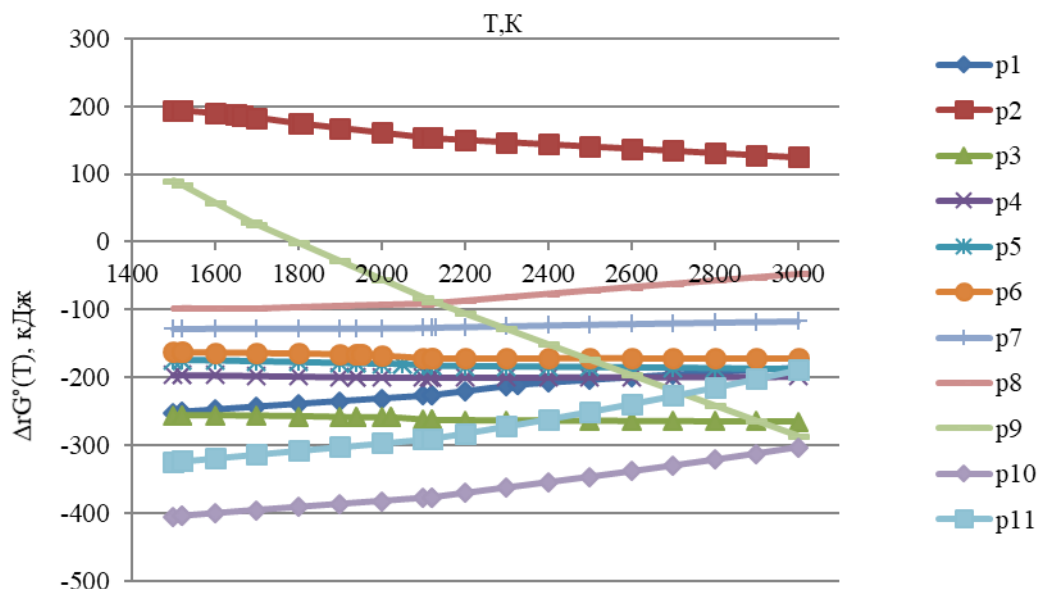
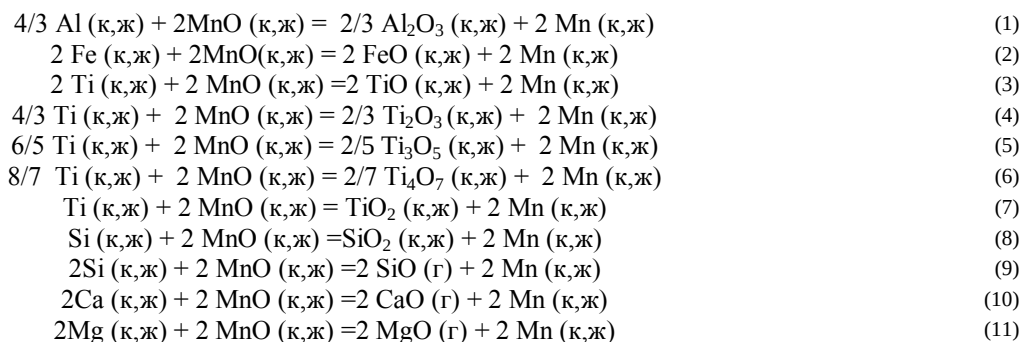


рис. 1 Изменения стандартных энергий Гиббса реакций (1) – (11) в зависимости от температуры

Проведя анализ полученных данных можно сделать вывод, что наибольшей окислительной способностью марганец обладает в сочетании с кальцием, затем магнием, титаном, и алюминием. При этом стоит отметить, что с увеличением температуры, увеличивается окислительная способность марганца с кремнием, а все остальные восстановители по мере увеличения температуры утрачивают свою восстановительную активность. Согласно полученным расчетным данным можно утверждать, что восстановление марганца железом, невозможно в данном случае. Полученные ранее результаты исследований [3] подтверждают переход марганца из сварочного флюса в наплавленный металл (сварной шов).

Закключение. Полученные результаты термодинамических характеристик – энтальпии, энтропии и энергии Гиббса реакций позволяют оценить возможность восстановления марганца при проведении сварочных и наплавочных работ под разрабатываемым флюсом изготовленным из шлака от производства силикомарганца. Отдельного обсуждения требует вопрос изучения разработанного флюса методом рентгенофазового анализа, что станет темой исследований следующих работ

Исследование проводилось в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 075-00087-2401

Список источников

1. Павлов, Н. В. Применение математических моделей для исследования сварочных процессов / Н. В. Павлов, А. В. Крюков, В. А. Полищук // Инновационные технологии и экономика в машиностроении, Юрга, 22–23 мая 2014 года / Национальный исследовательский Томский политехнический университет. Том 1. – Юрга: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2014. – С. 67-71.
2. Полищук, В. А. Математическое моделирование процессов сварки / В. А. Полищук // Научно-методический электронный журнал "Концепт". – 2014. – № T20. – С. 356-360.
3. Изучение влияния энерготехнологических режимов сварки под флюсом, изготовленным из шлака производства силикомарганца, на физико-механические свойства сварного шва / В. В. Павлов, Н. А. Козырев, А. А. Усольцев [и др.] // Сварочное производство. – 2021. – № 5. – С. 3-8. – DOI 10.34641/SP.2021.1038.5.020

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗОНЫ ТЕРМИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ В СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ РЕЛЬСОВ ИЗ СТАЛИ МАРКИ 76ХФ

Наумченко Диана Михайловна,

*Шевченко София Алексеевна, Шевченко Виктория Витальевна, Шевченко Анфиса, Шевченко Роман Алексеевич,
Точиев Тамерлан Тимурович*

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Фейлер Сергей Владимирович, к.т.н.

diana.naumchenko03@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования структуры и свойств сварного соединения железнодорожных рельсов из стали перлитного класса марки 76ХФ. Выявлено значительное снижение твердости в зоне термического влияния (ЗТВ) сварных соединений, что критически влияет на эксплуатационные характеристики. Локальный нагрев, характерный для сварки и локальной термической обработки, стали приводит к изменению структуры стали и соответственно изменению свойств на разных участках сварного шва и зоны термического влияния.

Ключевые слова: зона термического влияния, макроструктура, микроструктура, твердость, износостойкость.

INVESTIGATION OF THE ZONE OF THERMAL INFLUENCE IN WELDED JOINTS OF RAILWAY RAILS MADE OF STEEL GRADE 76ХФ

Naumchenko D.M., Shevchenko S.A., Shevchenko V.V., Shevchenko A.A., Shevchenko R.A.,

Tochiev T. T., Siberian State Industrial University

Feiler S.V., PhD in Engineering sciences, Siberian State Industrial University

Abstract. The article presents the results of a study of a significant decrease in hardness in the zone of thermal influence of welded joints, which critically affects the reliability and durability of rails. Overheating of the metal during welding leads to the formation of an inhomogeneous structure with coarse grain and perlite, which requires optimization of welding modes to increase the operational resistance of the rail joint.

Keywords: thermal influence zone, macrostructure, microstructure, hardness, wear resistance.

Зона термического влияния (ЗТВ) – это область, где температурные изменения вызывают трансформацию микроструктуры материала, что, в свою очередь, влияет на его свойства. Такие изменения могут негативно сказаться на прочности, износостойкости и долговечности рельсов.

Для анализа микроструктуры проводилось металлографическое исследование с использованием микроскопа OLYMPUS GX-51 при увеличениях $\times 100$, $\times 500$ и $\times 1000$, что позволяло выявлять структурные составляющие и микрповреждения. Микроскоп оснащен цифровой камерой и программным обеспечением Siam Photolab 700, что дает возможность получать высококачественные изображения в отраженном свете (светлое поле и поляризованный свет). Предельное увеличение $\times 1000$ достигается благодаря использованию сменных объективов с увеличением от $\times 5$ до $\times 100$.

Для макроструктурного анализа образцы подвергались глубокому травлению в 50%-м водном растворе соляной кислоты (плотность $1,19 \pm 0,005$ г/см³), предварительно нагретом до температуры 70 ± 10 °С. Толщина слоя кислоты над исследуемой поверхностью составляла не менее 22 мм.

Распределение твердости в зоне термического влияния измерялось с помощью ультразвукового твердомера УЗИТ-3.

Для оценки износостойкости поверхности катания головки рельсов в зоне сварного соединения были вырезаны образцы. Ширина всех образцов составляла 10 мм. Один образец был вырезан так, чтобы сварной шов находился в его центре, а остальные шесть образцов – с одной стороны от сварного шва.

Испытания на износостойкость были проведены на машине трения 2070 СМТ-1 по схеме «вал-колодка». В качестве контртела использовался стальной диск диаметром 50 мм, изготовленный из стали Р18 с твердостью HRC 50–55.

Условия испытаний были следующими: давление на образец – $0,5 \pm 0,1$ МПа, скорость трения – $3 \pm 0,25$ м/с, температура – 60 ± 20 °С, продолжительность испытаний – 4 часа. Масса образцов измерялась на

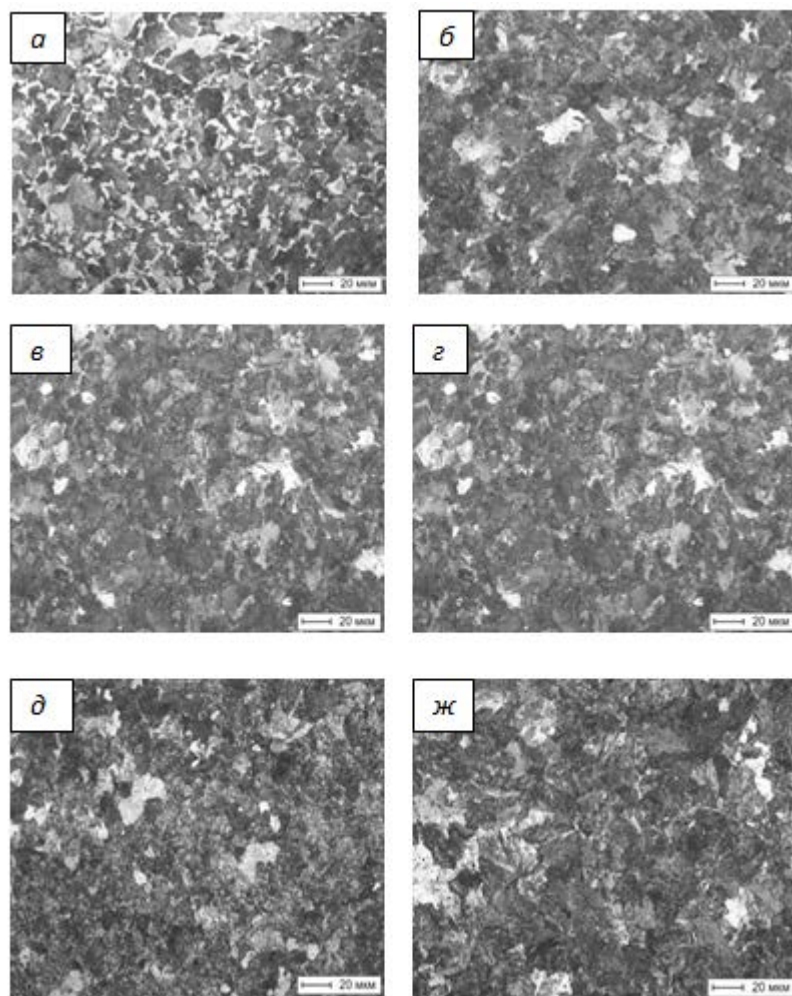
лабораторных весах с точностью до 0,0001 г. Величина износа определялась как разница массы образца до и после испытаний.

Макроструктура изучалась на двух продольных макрошлифах сварных стыков. Один из них был изготовлен по технологии применяемой на рельсосварочных предприятиях РФ. Термообработка сварного соединения выполнялась с применением стационарного индукционного нагревательного комплекса УИН 001–100/РТ–С по режимам, применяемым на предприятиях ООО «РСП-М»

При анализе макроструктуры сварного соединения, выполненного по стандартной технологии, по обе стороны от шва наблюдалась темнотравящаяся неравномерная зона термического влияния, сформировавшаяся после термообработки. Размеры этой зоны составили: в головке рельса – 52 мм, в шейке – от 45 до 60 мм, в подошве – 65 мм. Флокены в металле отсутствовали.

Изучение микроструктуры производилось на образцах, подготовленных следующим образом: проба отбиралась из зоны сварного сварного шва, термического влияния, основного металла. Травление поверхности образца производили 4%-ным спиртовым раствором азотной кислоты. Исследование структуры проводили в головке рельса на расстоянии от поверхности катания 5 мм.

Микроструктура сварного шва после термической обработки включает зону сплавления и зону термического влияния. Зона сплавления, шириной до 0,5 мм, состоит из тонкопластинчатого перлита и зернограницного феррита (рисунок 1 а) с размером зерна 8 по шкале ГОСТ 5639-82, что характерно для нормализованного состояния. За зоной сплавления расположен участок с микроструктурой тонкопластинчатого перлита и выделениями феррита (рисунок 1 б). В зоне разупрочнения, находящейся на расстоянии более 10 мм от шва, микроструктура представлена сорбитообразным и зернистым перлитом на разных стадиях коагуляции (рисунок 1 в, г, д). Эта зона простирается на 10-40 мм с одной стороны шва и на 15-75 мм с другой. По мере удаления от шва к основному металлу наблюдается уменьшение доли зернистого и увеличение пластинчатого перлита.



а) шов, б) 2,6 мм от шва, в) 10 мм от шва, г) 10 – 40 мм от шва, д) 45 – 60 мм от шва, ж) основной металл
рис.1 Микроструктура в различных участках сварного соединения образца

На рисунке 2 показано распределение средних значений твердости на поверхности и потери массы образцов, вырезанных из сварного стыка. Образец, взятый из зоны сплавления, демонстрирует те же показатели твердости (323 HB) и потери массы при изнашивании (на 35 % выше, чем у основного металла), что и в исследовании образца, изготовленного по разработанной технологии. Однако на расстоянии 15–45 мм от центра шва наблюдается повышенный износ (25–35 мм), где износ в 4,5 раза превышает износ основного металла.

Участки с повышенным износом в обоих случаях соответствуют зонам с зернистым перлитом, где также отмечается снижение твердости. Эти результаты согласуются с данными других исследований, подтверждающих, что рельсовая сталь с зернистым перлитом обладает меньшей износостойкостью по сравнению с пластинчатым перлитом.

Исследование твердости в области сварного соединения выявил, что твердость металла шва и зон термического влияния на поверхности катания головки сварного стыка варьируется в пределах от 266 HB до 319 HB, в то время как твердость основного металла находится в диапазоне 349–355 HB.

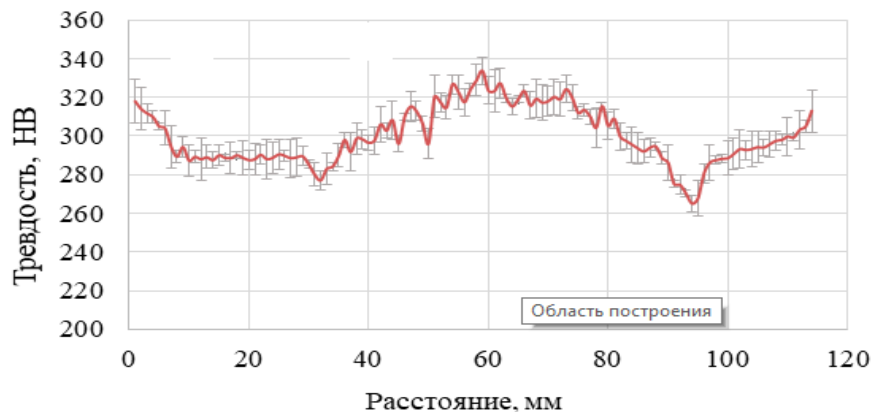


рис.2 Распределение твердости в поперечном сечении сварного соединения, выполненного по стандартной технологии.

Исследования показали, что в зоне термической обработки сварного соединения наблюдается значительное снижение твердости металла головки рельса. По сравнению с нижним пределом твердости основного металла рельса, это уменьшение достигает 24,5 %. Такое снижение твердости связано с изменением микроструктуры и механических свойств материала в результате термического воздействия. Кроме того, установлено, что протяженность зоны с пониженной твердостью составляет 43 мм, что указывает на существенное влияние термической обработки на свойства металла в области сварного соединения.

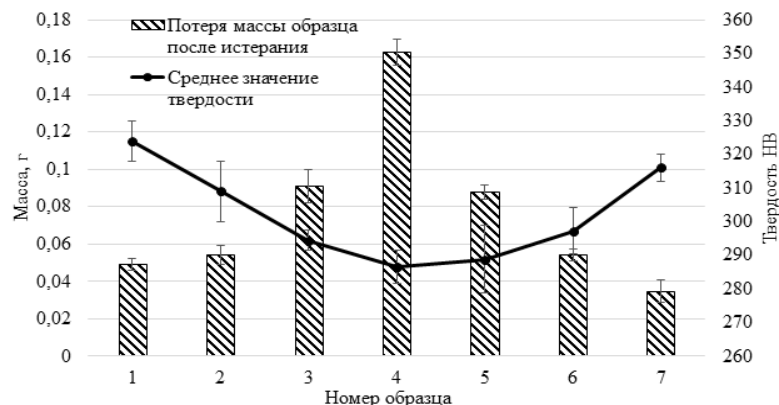


рис.3 Распределение среднего значения твердости на поверхности и потеря массы образцов, подвергшихся износу, вырезанных из сварного соединения, выполненного по стандартной технологии.

Проведенные исследования выявили, что применение дополнительной локальной термической обработки с использованием отдельного индукционного нагрева приводит к формированию в области сварного соединения зон протяженностью более 30 мм, где износостойкость материала значительно снижается. В частности, было установлено, что износостойкость в этих зонах уменьшается в 4,5 раза по сравнению с основным металлом.

Проведенное исследование выявило значительное влияние термического воздействия при сварке на структуру и свойства металла в ЗТВ. Перегрев металла при сварке привел к формированию крупнозернистой

структуры с преобладанием перлита (сорбита), что вызвало существенное снижение твердости в ЗТВ. Это снижение твердости и протяженность зоны размягчения являются критическими факторами, влияющими на надежность и долговечность сварного соединения. Однако отсутствие флокенов в металле свидетельствует о благоприятном влиянии проведенной термообработки, которая предотвратила образование дефектов, связанных с водородным охрупчиванием. По мере удаления от шва наблюдается постепенный переход к структуре основного металла с увеличением доли пластинчатого перлита. Полученные результаты подчеркивают необходимость оптимизации режимов сварки и термообработки для повышения эксплуатационной стойкости сварных соединений рельсов.

Список источников

1. Mitsuru F. Rail flash-butt welding technology/ F. Mitsuru, N. Hiroaki, N. Kiyoshi // JFE Technical Report. – 2015. – № 20. – P. 159 – 163.
2. Modern Methods of Rail Welding / N.A. Kozyrev, O.A. Kozyreva, A.A. Usoltsev, R.E. Kryukov, R.A. Shevchenko // IOPConferenceSeries: Materials Science and Engineering, Volume 253 (2017) 012002: International Scientific-Practical Conference: Innovations in Fuel and Energy Complex and Mechanical Engineering (FEC-2017) 18–21 April 2017, Kemerovo, Russian Federation, –pp.1-6|| doi:10.1088/1757-899X/253/1/012002
3. Шевченко Р.А. Исследования неметаллических включений образующихся при контактной стыковой сварке рельсовой стали / Козырев Н.А., Усольцев А.А., Крюков Р.Е., Михно А.Р. // Металлургия: технологии, инновации, качество. труды XXI международной научно-практической конференции. в 2-х частях. Новокузнецк - 2019. - С. 294-298.
4. Шевченко Р.Е. Совершенствование технологии сварки рельсовой стали с повышенным содержанием хрома [текст] / Р.Е. Шевченко // Труды Все российской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых Вып. 20 – Ч. III. Естественные и технические науки / Под общей редакцией М.В. Темлянцева; СибГИУ. – Новокузнецк, 2016. – С. 196-198.

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ НА РАЗМЕР ЗЕРНА В СПЛАВАХ ГРУППЫ АЛТЭК

Полегешко Сергей Анатольевич,

Левагина Алина Александровна, Коновалов Сергей Валерьевич, д.т.н.

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Арышенский Евгений Владимирович, д.т.н.

asaysis3d@gmail.com

Аннотация. Алюминиевые сплавы группы АЛТЭК с добавлением переходных металлов могут послужить хорошим материалом для аэрокосмической и авиационной промышленности. В тоже время они еще мало изучены что замедляет их внедрение в промышленность. В данной работе были исследованы сплавы группы АЛТЭК, дополнительно легированные Mg и переходными металлами (Sc, Hf, Zr). Методами оптической микроскопии изучалась зернёная структура, а также проведено исследование интерметаллидных частиц на сканирующем электронном микроскопе. Было исследовано влияние переходных металлов на размер зерна в литом состоянии и проведён анализ исходя из результатов сканирующей электронной микроскопии.

Ключевые слова: алюминий, сплавы группы АЛТЭК, микроструктура, переходные металлы, размер зерна.

INFLUENCE OF TRANSITION METALS ON GRAIN SIZE IN ALTEK GROUP ALLOYS

Polegishko S. A., Levagina A. A., Konovalov S. V., Siberian State Industrial University

Aryshensky E. V., Doctor of Technical Sciences, Siberian State Industrial University

Abstract. Aluminum alloys of the ALTEC group with the addition of transition metals can serve as a good material for the aerospace and aviation industry. In the work, alloys of the ALTEC group additionally alloyed with Mg and transition metals (Sc, Hf, Zr) were studied. As part of the study, photographs of the microstructure were obtained, and a study was carried out on a scanning electron microscope. The effect of transition metals on the grain size in the cast state was studied and an analysis was carried out based on the results of scanning electron microscopy.

Keywords: aluminum, ALTEK group alloys, microstructure, transition metals, grain size.

Сплавы группы АЛТЭК являются перспективным материалом для современной промышленности. Но для практического использования они ещё мало изучены. В данной работе был рассмотрен механизм измельчения зерна переходными металлами.

Были изготовлены образцы из сплавов группы АЛТЭК с добавкой переходных металлов (Sc, Hf, Zr) и без, в разных пропорциях, с целью изучить влияние Sc, Hf и Zr на размер зерна в литом состоянии. После с помощью оптической микроскопии изучалась зернёная структура (рис. 1), кроме того, с помощью сканирующей электронной микроскопии изучались интерметаллидные частицы (рис. 2).

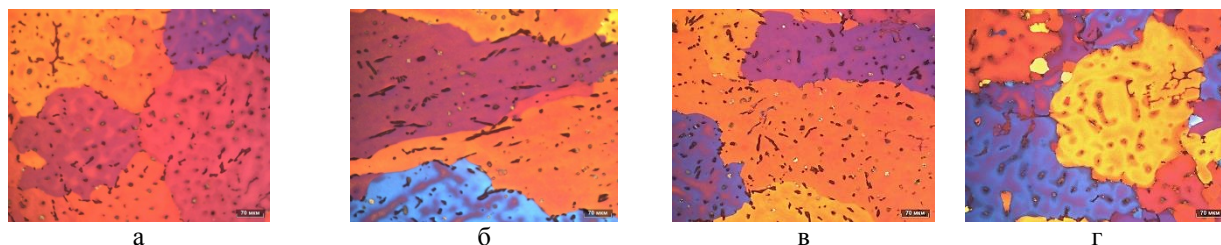


рис. 1 Фотографии микроструктуры после литья $\times 200$:

а – Al-2Cu-2Mn-1,5Mg; б – Al-2Cu-2Mn-1Mg;

в – Al-2Cu-2Mn-1,5Mg-0,15Zr-0,05Sc-0,05Hf; г – Al-2Cu-2Mn-1Mg-0,1Zr-0,14Sc-0,15Hf.

Фотографии микроструктуры были получены в масштабе $\times 200$. На фотографиях а, б представлены сплавы без содержания переходных металлов, под буквами в, г показана микроструктура сплавов с добавлением Sc, Zr и Hf.

На полученных изображениях зеренной структуры видно, что переходные металлы не оказывают большого влияния на размер зерна в литом состоянии поскольку первичные интерметаллиды $Al_3(Sc, Hf, Zr)$ не сформировались при данном соотношении химических элементов рис. 2. С помощью сканирующей

микроскопии были обнаружены лишь интерметаллиды Al_2Cu , Al_2CuMg и Al_6Mn которые не являются модификаторами литой структуры.

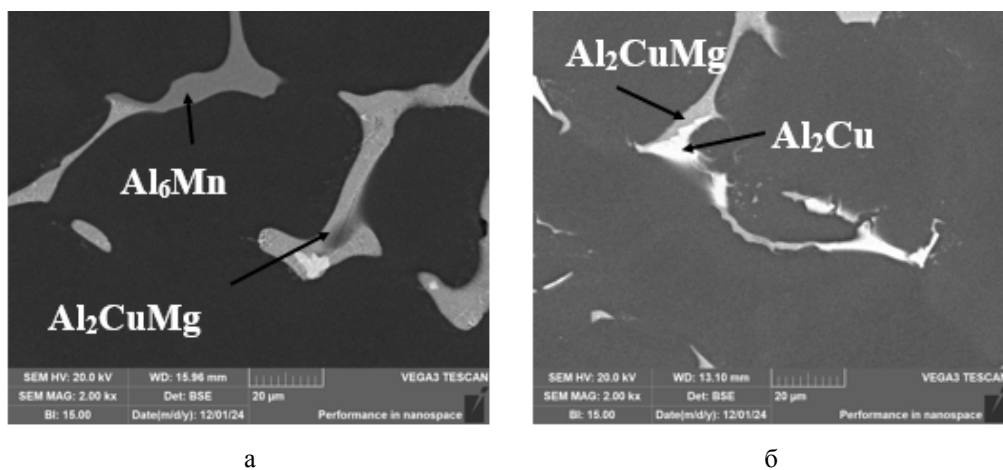


рис. 2 Фотографии полученные с помощью сканирующего электронного микроскопа:
а – $Al-2Cu-2Mn-1,5Mg-0,15Zr-0,05Sc-0,05Hf$; б – $Al-2Cu-2Mn-1Mg-0,1Zr-0,14Sc-0,15Hf$.

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод что переходные металлы не произвели большого влияния на размер зерна в литом состоянии. Для того чтобы уменьшить размер зерна в сплавах группы АЛТЭК переходными металлами необходимо повысить концентрацию данных элементов.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-19-00064,
<https://rscf.ru/project/24-19-00064/>

ИЗМЕНЕНИЕ УСТАЛОСТНОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ СВИНЦА МАРКИ С2 В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНДУКЦИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В ПРОЦЕССЕ РАЗРУШЕНИЯ

Серебрякова Анна Александровна,

Шляров Виталий Владиславович, Аксенова Крестина Владимировна, Загуляев Дмитрий Валерьевич
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия
aserebrakova87@gmail.com

Аннотация. Проведены усталостные испытания полированных образцов свинца марки С2 в исходном состоянии (без магнитного поля) и в магнитном поле различной индукции – 0,3, 0,4 и 0,5 Тл. Для каждого значения индукции магнитного поля использовалось не менее 10 образцов. Получены данные о количестве циклов до разрушения образцов, проанализированы изменения усталостной долговечности в зависимости от значения индукции магнитного поля, применяемого в процессе испытаний.

Ключевые слова: свинец, диамагнетик, магнитное поле, усталостная долговечность, количество циклов, разрушение, индукция

CHANGE IN THE FATIGUE LIFE OF C2 GRADE LEAD DEPENDING ON THE INDUCTION OF A MAGNETIC FIELD DURING THE FRACTURE PROCESS

Serebryakova A.A., Shlyarov V.V., Aksenova K.V., Zaguliaev D.V., Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia

Abstract. Fatigue tests of polished samples of C2 grade lead were carried out in the initial state (without a magnetic field) and in a magnetic field of various inductions – 0.3, 0.4 and 0.5 T. At least 10 samples were used for each value of the magnetic field induction. Data on the number of cycles before the destruction of the samples were obtained, and changes in fatigue life were analyzed depending on the value of the magnetic field induction used in the testing process.

Keywords: lead, diamagnetic, magnetic field, fatigue life, number of cycles, fracture, induction

Результаты проведенных усталостных испытаний образцов свинца марки С2 представлены на рис.1. Выявлено, что чистый свинец марки С2, подвергнутый испытаниям многоциклового усталости без применения магнитного поля, разрушается в среднем через 460346 циклов (рис.1, синий столбец гистограммы). после приложения нагрузки с частотой ~2,19 циклов/с. Обнаружено, что наибольшее значение количества циклов до разрушения, которое выдержал образец свинца марки С2 в исходном 471004 циклов.

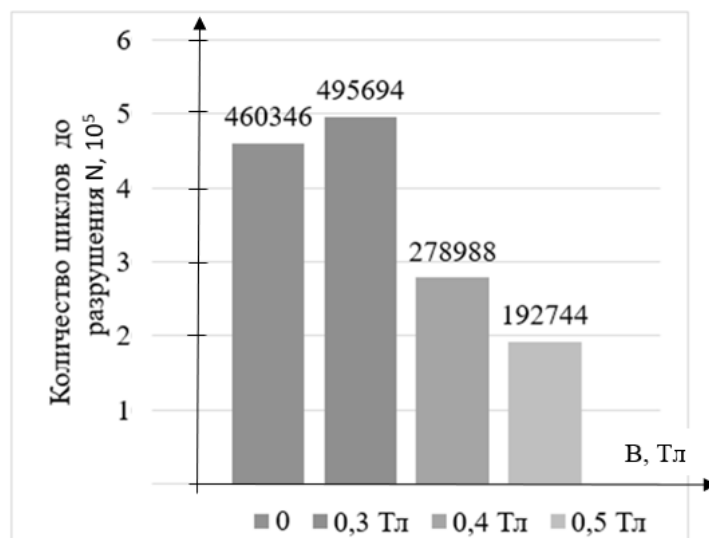


рис. 1 Количество циклов до разрушения образцов свинца

Как показано на рис. 1, включение постоянного магнитного поля в процесс приводит к увеличению усталостной долговечности при значении индукции магнитного поля 0,3 Тл, в среднем количество циклов при данном значении индукции составило 495694 (рис. 1, оранжевый столбец гистограммы).

Обратный характер влияния включения магнитного поля в процессе разрушения образцов наблюдается при усталостных испытаниях с применением индукции 0,4 и 0,5 Тл. Число циклов до разрушения при воздействии постоянного магнитного поля при этих значениях составляет: 278988 при $B = 0,5$ Тл, 192744 при $B = 0,4$ Тл (рис. 1, серый и желтый столбец гистограммы).

Выявленный знакопеременный характер означает, что в зависимости от изменяющихся значений индукции магнитного поля, количество циклов, необходимых для разрушения образца, варьируется, что указывает на наличие сложности в механизмах взаимодействия между магнитным полем и структурой материала, что может вызывать как усиление, так и ослабление его усталостной прочности.

«Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-29-00578, <https://rscf.ru/project/25-29-00578/>».

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ БИОХИМИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Сутягина Анастасия Александровна

Публичное акционерное общество «Кокс»

sutiagina_aa@metholding.com

Аннотация. На биохимической установке цеха улавливания химических продуктов коксования №2 ПАО «Кокс» усреднитель функционирует как предаэротенк в котором осуществляется перемешивание усредняемых вод воздухом, а также поступает активный ил, снижая фенолы и роданиды в поступающей воде. Расчет окислительной мощности (ОМ) показал, что ОМ аэротенков ниже нормируемых значений. С постепенной оптимизацией работы усреднителя, ОМ аэротенков находится в пределах нормируемых значений.

Ключевые слова: Биохимическая установка, сточные воды, усреднитель, аэротенки, окислительная мощность, нитрификация, фенолы, роданиды.

OPTIMIZATION OF OPERATION OF A BIOCHEMICAL INSTALLATION FOR WASTEWATER TREATMENT

Sutyagina A.A., PJSC «Koks»

Abstract. At the biochemical plant of the coking chemical products capture shop No. 2 of Koks PJSC, the averager functions as a pre-aerotank in which the averaged waters are mixed with air, and activated sludge is also supplied, reducing phenols and rhodanides in the incoming water. The calculation of the oxidizing power (OP) showed that the OP of aerotanks are lower than the normalized values. With the gradual optimization of the operation of the averager, the OP of aerotanks is within the normalized values.

Keywords: Biochemical plant, wastewater, averager, aerotanks, oxidizing capacity, nitrification, phenols, rhodanides.

Биохимическая очистка сточных вод – широко применяемый метод очистки производственных сточных вод. Главным действующим началом при биохимической очистке являются микроорганизмы, в виде активного ила, использующие в качестве питательных веществ и источников энергии растворенные органические и неорганические соединения, такие как фенолы и роданиды. Активный ил разрушает соединения фенолов и роданидов в специальных сооружениях – аэротенках – в условии аэрации воздухом сточной воды и ила, находящегося благодаря аэрации во взвешенном состоянии. В процессе очистки микроорганизмы активного ила, контактируя с фенолами и роданидами сточных вод разрушают их. [1]

На биохимической установке (БХУ) цеха улавливания химических продуктов коксования №2 ЦУХПК №2 ПАО «Кокс» усреднитель функционирует как предаэротенк. Который состоит из 3х секций объемом каждой по 720 м³, а общий объем усреднителя 2160 м³, в котором осуществляется перемешивание усредняемых вод воздухом, а также поступает активный ил, снижая фенолы и роданиды в поступающей воде. Именно эта функция усреднителя привела к дефициту питания для микроорганизмов на 1 и 2 очереди аэротенков, вследствие чего возник процесс нитрификации.

Также расчет показателя окислительной мощности (ОМ), оценивающий работу биохимической установки (характеризующий удельную нагрузку по загрязняющему веществу на 1м³ воды) показал, что ОМ аэротенков 1 очереди ниже нормируемых значений (0,4-0,6) на 0,1-0,3 ед.

Увеличить значение ОМ можно повышением количества загрязненной сточной воды на аэротенки или повышением концентрации фенолов в сточной воде. Для реализации данной задачи, принято решение о проведении промышленных испытаний по регулировке расхода сточной воды постепенным выводением из работы секций усреднителя, тем самым сокращая время нахождения воды в усреднителе, увеличивая содержания фенолов и роданидов на аэротенки. Постепенное повышение содержания фенолов в воде, поступающей на аэротенки, позволит адаптироваться микроорганизмам к нагрузке и увеличит интервал допустимых концентраций загрязняющего вещества.

Для постепенной адаптации культуры, произведен поочередный вывод секций усреднителя. После оптимизации усреднителя, с исключением из работы первой и второй секции, рабочий объем усреднителя сократился с 2160 м³ до 720 м³. Его работа в таком режиме привела к увеличению содержания фенолов и роданидов (питание для микроорганизмов), произошла адаптация культуры к более широкому диапазону

концентраций с сохранением стабильности качества воды после аэротенков, содержание фенолов и роданидов соответствовало установленным нормам (норма не более 5,0 мг/л).

Следующим этапом исследований, было полное исключение из схемы БХУ работы усреднителя. В связи с чем, была прекращена подача на усреднитель активного ила и отключена подача воздуха в усреднитель. Таким образом, усреднитель работал как промежуточная буферная емкость для усреднения воды.

Для определения изменений технологических параметров БХУ, был произведен отбор проб воды на всех этапах оптимизации усреднителя. В исследуемый период, концентрация фенолов в поступающей сточной воде на усреднитель значительно не изменялась и находилась на уровне 370 – 600 мг/дм³, роданидов на уровне 240 – 320 мг/дм³. Однако в выходящей воде с усреднителя наблюдаются большие изменения. С момента начала исследования в усреднителе снижалась концентрация фенолов на □ 80 %, роданидов на □ 12 %. С постепенным исключением секций и полным выводом из работы усреднитель выполняет функцию буферной емкости, показатели фенолов и роданидов снижаются совсем незначительно: фенолы на □ 6 %, роданиды □ 7 %.

Расчет показателя окислительной мощности (ОМ), после выведения из схемы работы усреднителя (характеризующий удельную нагрузку по загрязняющему веществу на 1м³ воды) показал, что ОМ аэротенков 1 очереди находится в пределах нормируемых значений (0,4-0,6) средний показатель ОМ составляет 0,5.

Вывод:

1. После выведения из схемы работы усреднителя в качестве предаэротенка, работа БХУ проходит стабильно.
2. Внедрение данного мероприятия позволило исключить дефицит питания микроорганизмов, адаптировав культуру к более широкому диапазону концентраций фенолов и роданидов, с исключением возникновения процесса нитрификации и длительных сбоев в работе аэротенков 1 и 2 очереди.

Список источников

1.Кагасов В. М., Дербьшева Е. К. Очистка сточных вод коксохимических предприятий. – Екатеринбург: Полиграфист, 2003 – 18 с.

РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОГО ДВОЙНИКА УЧАСТКА ВЫПЛАВКИ СТАЛИ В КИСЛОРОДНОМ КОНВЕРТЕРЕ

Точиев Тамерлан Тимурович,

Шевченко София Алексеевна, Шевченко Виктория Витальевна, Шевченко Анфиса Алексеевна,

Шевченко Роман Алексеевич, Наумченко Диана Михайловна

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Фейлер Сергей Владимирович, доцент, зав. каф. МЧМХТ, к.т.н.

tamerlan.042004@mail.ru

Аннотация. В статье описывается разработка виртуального двойника участка выплавки стали в кислородном конвертере, который представляет собой интерактивную цифровую модель для симуляции, анализа и оптимизации металлургических процессов. Актуальность разработки обусловлена необходимостью повышения эффективности производства, снижения рисков аварий и подготовки квалифицированных кадров. В статье описаны этапы создания виртуального двойника с использованием программных решений Blender, Unity и Ansys, а также VR – оборудования для визуализации и взаимодействия с моделью. Особое внимание уделено применению виртуального двойника в образовательном процессе, где он выступает как инструмент для обучения студентов и рабочих, позволяя отрабатывать сложные сценарии в безопасной среде.

Ключевые слова: виртуальный двойник, кислородный конвертер, выплавка стали, 3D-моделирование, симуляция, VR – технологии, обучение персонала, оптимизация производства, Blender, Unity, Ansys, металлургия.

DEVELOPMENT OF A VIRTUAL TWIN OF THE STEEL SMELTING SITE IN AN OXYGEN CONVERTER

Tochiev T. T., Shevchenko S. A., Shevchenko V. V., Shevchenko A. A., Shevchenko R. A.,

Naumchenko D. M., Siberian State Industrial University

Scientific supervisor: Feiler S. V., Associate Professor, Head of the Department of MCHMIHT, Cand. of Techn. Sciences

Abstract. The article describes the development of a virtual twin of a steel smelting site in an oxygen converter, which is an interactive digital model for simulation, analysis and optimization of metallurgical processes. The relevance of the development is due to the need to increase production efficiency, reduce the risk of accidents and train qualified personnel. The article describes the stages of creating a virtual twin using software solutions from Blender, Unity and Ansys, as well as VR equipment for visualization and interaction with the model. Special attention is paid to the use of a virtual doppelganger in the educational process, where it acts as a tool for teaching students and workers, allowing them to work out complex scenarios in a safe environment.

Keywords: virtual twin, oxygen converter, steel smelting, 3D modeling, simulation, VR technologies, personnel training, production optimization, Blender, Unity, Ansys, metallurgy.

Актуальность разработки виртуального двойника участка выплавки стали в кислородном конвертере обусловлена необходимостью повышения эффективности производственных процессов в металлургии. Современные требования к качеству стали, и конкуренция на рынке требуют внедрения инновационных технологий для оптимизации производства. Виртуальный двойник позволяет моделировать, анализировать и выявлять потенциальные проблемы, снижая риски аварий и финансовые потери. Интеграция виртуального двойника соответствует трендам цифровизации и автоматизации, повышая адаптивность предприятий.

Цель разработки виртуального двойника участка выплавки стали в кислородном конвертере – создание интерактивной цифровой модели для имитации, анализа и оптимизации процессов выплавки стали, обучения персонала и улучшения качества продукции.

Виртуальный двойник – это цифровая модель физического объекта или процесса, позволяющая осуществлять мониторинг и оптимизацию работы оборудования. В металлургии виртуальные двойники используются для моделирования процессов выплавки, симуляции различных этапов производства и анализа их влияния на качество конечного продукта.

Современные технологии разработки виртуальных двойников (VR) в металлургии включают создание цифровых копий оборудования и процессов, которые визуализируются в виртуальной реальности. 3D – моделирование и симуляция различных этапов производственных процессов, применяются в обучении персонала и отработке сложных сценариев в безопасной среде.

Концепция разработки виртуального двойника участка выплавки стали в кислородном конвертере заключается в создании интерактивной трехмерной модели, позволяющей симулировать процессы, происходящие на участке выплавки стали в кислородном конвертере. Виртуальный двойник будет интегрирован с специальным интерфейсом позволяющим подробно изучить назначение и принцип работы каждого оборудования, находящегося на участке выплавки в реальном времени. Эта интерактивная платформа станет мощным обучающим инструментом для студентов и рабочих, помогая им овладеть сложными техническими процессами через практическую деятельность в безопасной среде, устраняя необходимость непосредственного взаимодействия с оборудованием [1].

Анализ существующих образовательных инструментов в металлургии показывает, что традиционные методы, такие как лекции и учебники, зачастую недостаточны для глубокого понимания производственных процессов. Использование 3D – визуализации предполагает интерактивность, которая способна облегчить понимание процессов, протекающих во время выплавки, стали в конвертере. Симуляторы, разработанные для обучения операторов, могут не полностью передавать все нюансы работы оборудования. Виртуальный двойник, благодаря своей интерактивности и возможности моделирования различных сценариев, обладает потенциалом существенно улучшить процесс обучения, делая его прикладным и более эффективным. Интеграция таких технологий в образовательный процесс станет важным шагом к подготовке квалифицированных специалистов в области металлургии [2].

При разработке виртуального двойника участка выплавки стали в кислородном конвертере используются три основных программных и аппаратных решения: Blender, Unity и Ansys. Blender служит для создания детализированных 3D – моделей всего оборудования на участке, позволяя визуализировать процессы выплавки и анимацию технологических операций. Unity представляет собой интерактивную платформу, где разработанные модели интегрируются с сенсорами для воспроизведения реального процесса выплавки, что позволяет пользователям взаимодействовать с моделью и изменять параметрические настройки. Ansys применяется для численного моделирования термодинамических и гидродинамических процессов, что позволяет прогнозировать поведение материалов и оптимизировать технологию.

Разработка виртуального двойника начинается со сбора предварительных данных о текущей технологии и параметрах оборудования необходимого для участка выплавки. На первом этапе создается трёхмерная модель всего оборудования и участка выплавки в целом в Blender, который позволяет моделировать объекты с высокой детализацией. В Ansys моделируются физические процессы поведения металлов в процессе выплавки. После моделирования все объекты экспортируются в Unity, вместе с данными из Ansys для визуализации процессов. В Unity создаётся визуализация процессов выплавки, разрабатываются элементы управления, которые позволяют пользователям взаимодействовать с оборудованием, а также создается интерактивный интерфейс, для использования дополнительных функций программного обеспечения (ПО) через VR – оборудование. VR – оборудование для изучения виртуального двойника включает VR – шлемы (например, Oculus, HTC, Pico), контроллеры, сенсоры или камеры, а также компьютеры или VR – станции. Это оборудование обеспечивает полное погружение в процесс, среду для взаимодействия с виртуальной моделью участка выплавки стали. Оборудование отслеживает движения пользователя, обрабатывает данные для реалистичного отображения выплавки, позволяя детально изучать и анализировать виртуальный двойник с высокой интерактивностью и наглядностью [3].

Сначала разработанный интерфейс в Unity предоставляет пользователям возможность взаимодействовать с трехмерной моделью. Интерфейс включает кнопки для запуска симуляции, изменения параметров процесса, а также отображение актуальной информации о состоянии конвертера, что делает процесс обучения интуитивно понятным. В дополнение к этому предусмотрены инструменты для визуализации тепловых карт и графиков, показывающих динамику изменения параметров в процессе выплавки. Тестирование модели осуществляется на группе студентов и рабочих, что позволяет оценить как образовательные, так и практические аспекты виртуального двойника. Участников тестирования знакомят с интерфейсом и его функциями, после чего они выполняют типовые задачи, связанные с управлением процессом. Обратная связь собирается через анкеты и интервью, что помогает выявить возможные проблемы в интерфейсе и улучшить восприятие информации. Кроме того, полезность модели также оценивается за счет наблюдений за действиями пользователей в процессе симуляции, что позволяет выявить, насколько хорошо они понимают работу с виртуальным двойником. На основе собранных данных в дальнейшем производится оптимизация интерфейса и функционала, что способствует более эффективному обучению и повышению квалификации сотрудников, работающих в области выплавки стали [4].

В ходе оценки влияния на образовательный процесс виртуального двойника участка выплавки стали в кислородном конвертере были сделаны ключевые выводы о его эффективности как обучающего инструмента. Модель позволяет пользователям наглядно ознакомиться с процессами, происходящими на виртуальном участке выплавки стали в конвертере, а также развивает навыки управления и принятия решений в реальном времени. Перспективы дальнейших разработок включают интеграцию алгоритмов машинного обучения для анализа данных и автоматизированного контроля процесса, что может позволить расширить функционал данного продукта. При использовании данного продукта в образовательном процессе, в дисциплинах по направлению подготовки «Металлургия», виртуальный двойник позволит регулярно обновлять содержание с учетом современных технологий и процессов [5, 6].

Список источников

1. Губарев А. А. Цифровые двойники в металлургии: принципы построения и применения / Губарев А. А., Иванов В. П. // *Металлургические технологии и оборудование*, 2022. – С 56-64.
2. Смирнов Е.Н. Виртуальная реальность в промышленности: методы и технологии / Смирнов Е. Н., Петров К. Л. // *Автоматизация и ИТ в промышленности*, 2021. – С 12-19.
3. Кузнецов Д. В. Моделирование технологических процессов выплавки стали с использованием VR-технологий / Кузнецов Д. В., Лебедев И. А. // *Вестник машиностроения*, 2023. – С 45-52.
4. Тихонов М. С. Применение цифровых двойников для оптимизации работы кислородных конвертеров / Тихонов М.С., Федоров А.А. // *Современные проблемы науки и образования*, 2022. – С 34-40.
5. Wang L. Digital Twin Technology in Steelmaking: A Review / Wang L., Zhang Y. // *Journal of Industrial Engineering and Management*, 2021. – 789-801.
6. Точиев Т.Т. Использование образовательных технологий в процессе обучения / Точиев Т.Т., Ионина А.В. // *Вопросы современной науки: проблемы, тенденции и перспективы: Материалы VIII Международной научно-практической конференция, Кемерово, 2024.* – С 107-109.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ЦИНКСОДЕРЖАЩИХ ПЫЛЕЙ И ШЛАМОВ

Хамов Максим Александрович,

Коряковцева Олеся Валерьевна, Марьенко Илья Константинович, Григорьев Алексей Юрьевич

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Ноздрин Игорь Викторович, д.т.н.

kafcmetsibsiiu.ru

Аннотация. В работе проведен анализ химического и фазового составов цинксодержащих шламов предприятий черной металлургии. Рекомендованы технические приемы подготовки мелкодисперсных отходов для последующей гидрохимической переработки.

Ключевые слова: ферриты цинка, вельцевание, щелочное выщелачивание, цинксодержащие шламы, электролиз.

THE STUDY OF ZINC-CONTAINING RESIDUES FROM FERROUS METALLURGY ENTERPRISES: CHEMICAL AND PHASE COMPOSITION

Khamov M.A., Koryakovtseva O.V., Maryenko I.K., Grigoryev A.Y., Siberian State Industrial University

Nozdrin I.V., PhD in technical sciences, Siberian State Industrial University

Abstract. The paper explores the potential of hydrometallurgical methods for processing zinc-laden dusts and sludges originating from iron and steelmaking industries. It provides an in-depth analysis of the chemical and phase compositions of these residues. Techniques for preparing fine-dispersed waste for subsequent hydrochemical processing are recommended.

Keywords: zinc-containing sludges, zinc ferrites, Waelz process, alkaline leaching, electrolysis.

В ходе всех металлургических процессов образуется значительное количество отходов тонкого конденсата. Эти отходы должны быть извлечены и утилизированы, чтобы восстановить содержащиеся в них металлы и обеспечить необходимый уровень защиты окружающей среды. Большая часть мелкодисперсных возгонов улавливается мокрыми процессами в виде шламов, которые повторно используются, либо направляются на захоронение.

Обезвоженные шламы и уловленные пыли сталеплавильного производства содержат до 70% железа и используются преимущественно в качестве добавок в аглошихту для замены рудного сырья. При применении металлургических шламов специалисты сталкиваются с серьёзной трудностью: повышенным содержанием в них соединений тяжёлых металлов и галогенидов. Наиболее вредными примесями являются соединения цинка, которые вызывают разрушение кладки печей, образование цинкатыных настывей, забивание аспирационных систем, тем самым уменьшая межремонтные периоды дорогостоящих плавильных печей и аспирационных систем. Из-за этого в технологии производства есть ограничения: содержание цинка в аглошихте обычно не должно превышать 0,1%. [1]. Данное ограничение не позволяет использовать все образующиеся пыли и шламы – более половины из них приходится складировать, существенно повышая экологическую нагрузку на окружающую среду.

Следует отметить неизбежное обострение отмеченной проблемы в ближайшие годы в связи с ростом доли оцинкованного лома в структуре металлургического сырья в связи с расширением применения технологии горячего оцинкования для защиты строительных металлоконструкций и автомобильного листа [2]. Для Кузбасса этот вопрос важен тем, что в регионе расположен один из крупнейших заводов металлургического холдинга «АО ЕВРАЗ», и отходы металлургического производства накапливаются как пыль уже почти столетие.

Многие страны мира борются с проблемой очистки цинка от металлургической пыли. Разнообразие типов сырья и процессов обработки не позволяет создать универсальную технологию очистки, отвечающую всем техническим, экономическим и экологическим требованиям. Большинство предлагаемых методов обесцинкования металлургических шламов можно разделить на высокотемпературные металлургические методы, гидрохимические методы, гравитационные методы и т.д. Наилучшие результаты получены при комбинировании перечисленных технологий [3-4].

Как показывают научные исследования и практика их применения эффективность и рентабельность технологий определяется, в первую очередь, содержанием цинка во вторичном сырье, а не технологическими приемами и конструкцией используемого оборудования. Если содержание цинка в отходах составляет меньше 15%, то процесс становится невыгодным из-за низкой стоимости этого металла. [4]. Поэтому основным

требованием современных процессов переработки отходов является их сортировка таким образом, чтобы содержание цинка в пыли составляло не менее 15 процентов.

Среди наиболее перспективных отечественных пирометаллургических процессов извлечения цинка из шламов черной металлургии следует отметить PRIMUS – процесс [5], ROMELT – процесс [6]. Однако, по нашему мнению, наибольшие перспективы имеет комплексная технология, включающая высокотемпературную подготовку пылевидного сырья с последующим гидрохимическим выщелачиванием клинкера, очистку раствора от примесей и электролиз цинка. Оставшийся кек удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к шихте аглодоменного производства. В качестве успешной реализации данной идеи можно привести пример процесса получения цинкового порошка из металлургических пылей, разработанный в «Техническом университете Уральской горно-металлургической компании» (НЧОУ ВО «ТУ УГМК») и опробованный в условиях АО «Челябинский цинковый завод» [7-8].

Главной технической проблемой переработки цинкосодержащих отходов заводов черной металлургии является то, что цинк в них представлен как оксидом цинка, так и высокопрочными ферритами. В таблице отражены итоги исследования химического состава образцов пыли, взятой в ходе сталеплавильного производства. [9].

Соединения	Fe	Zn	O ₂	Pb	Ca	K	Na	C	Cl	Проч.	Итого
ZnO	—	9,861	2,4	—	—	—	—	—	—	—	12,26
ZnFe ₂ O ₄	20	1,6	11,4	—	—	—	—	—	—	—	43
Fe ₃ O ₄	15	—	5,7	—	—	—	—	—	—	—	20,7
NaCl	—	—	—	—	—	—	6,36	—	0,895	1,14	8,4
KCl	—	—	—	—	—	2,75	—	—	0,895	1,14	4,78
C	—	—	—	—	—	—	—	1,68	—	—	1,68
CaO	—	—	—	—	7,59	—	—	—	—	—	7,59
PbO	—	—	—	1,59	—	—	—	—	—	—	1,59
Итого, %	35	21,46	19,5	1,59	7,59	2,75	6,36	1,68	1,79	2,28	100

Ферриты цинка хорошо растворяются кислотами, но одновременно с этим в раствор переходит значительное количество примесей, делающий его практически не пригодным для извлечения цинка. Использование селективных растворителей, например щелочей, нецелесообразно из-за малой растворимости в них ферритов.

Для разрушения ферритов цинка целесообразно применить стадию высокотемпературной обработки при 800-1100°C в присутствии извести или известняка. Для этой цели можно использовать процесс вельцевания, хорошо освоенный на действующих цинковых заводах, где в качестве топлива используется коксовая или угольная мелочь.

Процесс разложения ферритов можно представить с помощью следующих химических уравнений:



Цинк можно извлечь путём выщелачивания по реакции:



После этого раствор очищают и выделяют цинк с помощью электролиза.

Жизнеспособный вариант переработки тонкодисперсных цинкосодержащих отходов черной металлургии, включающий стадию высокотемпературной подготовки отходов и стадию селективной водной экстракции цинка, будет иметь ряд преимуществ:

- высокая степень извлечения цинка (>90%) из железосодержащих пылей и шламов, которые могут быть повторно использованы в качестве вторичного металлургического сырья
- возможность использования стандартного, неисправного оборудования при относительно низких капитальных затратах, с возможностью внедрения технологии по модульному принципу

- при дальнейших исследованиях возможно также перерабатывать пылевидные материалы с содержанием цинка менее 15 процентов.

Список источников

1. Тарасов А.В. Производство цветных металлов и сплавов. Справочник в 3-х томах. Т.3. Вторичная металлургия тяжелых цветных металлов. – М.: «Академкнига», 2008. – С. 207 – 219.
2. Производство стали и потребление металлолома ведущими металлургическими странами в 2021 г. : интернет–портал Топик.ру. – URL: [http:// www.topic.ru/statistics/chemicals/mining-metals-and-minerals/proizvodstvo-stali-i-potreblenie-loma-na-vedushchikh-mirovykh-rynках/?ysclid=lm03bzrqq165930006](http://www.topic.ru/statistics/chemicals/mining-metals-and-minerals/proizvodstvo-stali-i-potreblenie-loma-na-vedushchikh-mirovykh-rynках/?ysclid=lm03bzrqq165930006) (дата обращения: 28.09.2023)
3. Principal Uses of Lead and Zinc: ILZS. - 2003. https://www.zinc.org/wp-content/uploads/sites/30/2024/02/2023-IZA-Annual-Report-VF_spread-1.pdf
4. Тарасов А.В., Бессер А.Д., Мальцев В.И. Металлургическая переработка вторичного цинкового сырья. – М.: Гинцветмет, 2004. – С. 99 – 107.
5. Hansmann T., Frieden R., Roth J.L. Recycling of EAF Dust and of the Other Zinc Bearing Residues with the PRIMUS-process // Recycling and Waste Treatment in Mineral and Metal Processing: Technical and Economic Aspects. - Vol. 2 / Ed. by B. Bjorkman, C. Samuelsson, J. O. Wikstrom. - Lulea University of Technology, MEFOS, TMS, Lulea, Sweden, 2002. - P. 405 - 414. <https://www.eng.hokudai.ac.jp/labo/mprr/journals.htm>
6. Romenets V., Pokhvisnev Yu., Valavin V., Vandariev S., Zaytsev A. Romelt Process - New Technology for Industrial Wastes Recycling // Proceedings EMC 2001. - Vol. 2. - GDMB, Clausthal-Zellerfeld, 2001. - P. 25-39.
7. Разработка и внедрение технологии получения цинкового порошка из цинксодержащих пылей черной металлургии / П.А. Козлов, С.А. Якорнов, А.М. Панышин, Д.А. Ивакин // Цветные металлы. - 2020. - №5. - С.6-11.
8. Патент № 2732817 Российская Федерация, МПК C22B 7/02(2006.01), C22B 19/30(2006.01), C22B 19/38(2006.01). Способ переработки пылей электродуговых печей: № 2019143149: заявл. 23.12.2019; опубл. 22.09.2020 /Козлов П.А., Якорнов С.А., Панышин А.М. [и др.]; заявитель, патентообладатель НЧОУ ВО «Технический университет УГМК». – 5 с.
9. Пыль электродуговой печи - перспективный материал для производства цветных металлов и чугуна / П.И. Грудинский В.П. Корнев В.Г. Дюбанов П.А. Козлов Л.И. // Перспективные материалы. - 2016. - №10. - С. 69-75.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПРЕССА ДЛЯ БРИКЕТИРОВАНИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Хомутильников Владимир Анатольевич,

Фейлер Дарья Тимуровна, Шевченко Роман Алексеевич, Долгополов Александр Евгеньевич

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Фейлер Сергей Владимирович, к.т.н.

cnupt@list.ru

Аннотация. В процессе работы металлургических предприятий образуется значительное количество мелкодисперсных отходов, которые не находят широкого применения и накапливаются в шламохранилищах и отвалах. В то же время содержание железа в промасленной окалине достигает 70-80 %, а в металлургическом шламе – 30 %, что определяет высокую ценность этих отходов как вторичного сырья для производства металлопродукции. Однако использование мелкодисперсных отходов без предварительной подготовки ограничивается их фракционным составом, способствующим уносу загружаемого в металлургические агрегаты материала. Одним из способов окускования мелкодисперсных железосодержащих отходов, является брикетирование, реализация которого требует специального устройства, обеспечивающего качественное прессование отходов с высокими прочностными характеристиками получаемых брикетов.

Ключевые слова: железосодержащие отходы, концентрат, окалина, угольная пыль, брикеты, гидравлический пресс, рециклинг.

DEVELOPMENT OF A PRESS DESIGN FOR BRIQUETTING FINE WASTE FROM METALLURGICAL PRODUCTION

Khomutinnikov V.A., Feiler D.T., Shevchenko R.A., Dolgoplov A.E., Siberian State Industrial University

Feiler S.V., Ph.D.

Abstract. During the operation of metallurgical enterprises, a significant amount of fine waste is generated, which is not widely used and accumulates in sludge storage facilities and dumps. At the same time, the iron content in oiled scale reaches 70-80%, and in metallurgical sludge - 30%, which determines the high value of this waste as a secondary raw material for the production of metal products. However, the use of fine waste without preliminary preparation is limited by its fractional composition, which contributes to the entrainment of the material loaded into metallurgical units. One of the methods of agglomerating fine iron-containing waste is briquetting, the implementation of which requires a special device that ensures high-quality pressing of waste with high strength characteristics of the resulting briquettes.

Keywords: iron-containing waste, concentrate, scale, coal dust, briquettes, hydraulic press, recycling.

В 2023 году производство стали в России составило 76 млн тонн и ближайшие 50 лет существенно не снизится, в условиях жесткой конкуренции количество полученной прибыли будет зависеть от исходных затрат на сырье. Применение железосодержащих отходов взамен покупного лома позволяет снизить себестоимость продукции на 6-10 %, при этом обеспечивается решение проблемы образующихся мелкодисперсных отходов металлургического производства.

На данный момент традиционные методы окускования [1], которые можно использовать для переработки железосодержащих отходов, не позволяют полностью использовать их потенциал:

- агломерация – это процесс, который позволяет утилизировать различные типы отходов. Однако при переработке мелкодисперсного материала его использование ограничено из-за ухудшения газопроницаемости агломерата. Кроме того, недостатком этого метода является неоднородность агломерата по форме и размерам.

- получение окатышей требует контроля влажности при их производстве. Влажность зависит от используемых сырьевых материалов и напрямую влияет на гранулометрический состав конечного продукта.

При окомковании традиционными методами также невозможно корректировать состав получаемого продукта непосредственно в процессе изготовления.

Наиболее перспективным методом [2] возвращения ценных отходов является брикетирование. Брикетирование отходов металлургической промышленности имеет несколько значительных преимуществ:

- Экономия ресурсов и снижение затрат: брикетирование позволяет перерабатывать металлургические отходы (такие как пыль, окалина) в компактные брикеты, которые можно повторно использовать в производственном процессе. Это снижает потребность в первичном сырье и уменьшает затраты на его закупку;
- Уменьшение объема отходов: брикетирование значительно сокращает объем отходов, что упрощает их хранение, транспортировку и утилизацию. Это также снижает нагрузку на окружающую среду;
- Экологическая польза: переработка отходов в брикеты уменьшает выбросы вредных веществ в атмосферу и предотвращает загрязнение почвы и воды. Это способствует соблюдению экологических норм и стандартов;
- Повышение эффективности производства: брикеты из металлургических отходов могут быть использованы в качестве сырья в доменных печах или сталеплавильных агрегатах, что способствует повышению общей эффективности производства и снижению потерь материалов;
- Удобство транспортировки и хранения: брикеты имеют компактную форму и высокую плотность, что делает их удобными для транспортировки и хранения по сравнению с сыпучими или пылевидными отходами.

Эти преимущества делают брикетирование важным этапом в переработке отходов металлургической промышленности, способствуя устойчивому развитию и экономии ресурсов. Технологические варианты брикетирования отходов черных и цветных металлов с целью обогащения известны и широко освещены в научно-технической литературе, однако проблема получения брикетированного шихтового материала с удовлетворительными механическими свойствами, а также достаточным содержанием в его составе железа по-прежнему остается актуальной.

Для решения этой задачи разработана установка по производству железуглеродистых и топливных брикетов из мелкодисперсных природных и техногенных материалов, а также технология их производства и использования на различных этапах производства стальной металлопродукции. Произведенные железуглеродистые брикеты могут быть использованы в металлургическом производстве в качестве частичной замены металлолома.

Уникальность установки заключается в возможности производства брикетов из производственных мелкодисперсных отходов, например, из окалины прокатного производства с содержанием масла не более 1,0 %, пыли газоочистки металлургического производства, золы ТЭЦ, антрацита или угольной пыли для обеспечения снижения себестоимости производства стали [3]. Получаемые брикеты имеют контролируемый химический состав с возможностью добавления необходимых компонентов, таких как доломит для повышения магнезии, известь «пушонка» для повышения основности шлака [4]. В качестве связующего опробованы портландцемент, бентонит и полиоксидный компонент (отходы эмалевого производства). Производительность установки составляет до 200 кг/час в зависимости от брикетируемых материалов. Брикеты представляют собой цилиндр диаметром 50 мм и высотой 40 мм.

Оборудование предоставляет возможность с минимальными инвестиционными затратами начать деятельность в сфере производства брикетов для обеспечения рециклинга материалов на предприятиях чёрной металлургии.

Конструктивно пресс состоит из станины и силовой установки (рис. 1), в состав которой входят гидроцилиндр, гидрораспределитель, шестеренный насос и электродвигатель. На штоке гидроцилиндра установлен поршень, который с минимальным зазором (0,5 мм.) вставляется в бесшовную толстостенную трубу, на которую установлен бункер с материалом для брикетирования. В момент сжатия цилиндра через отверстие в трубе порция материала поступает в камеру прессования. Прочность брикетов из мелкодисперсных железо- и углеродсодержащих материалов обеспечивается оптимальной конструкцией матрицы брикетирования, состоящей из конфузора и диффузора для увеличения усилия прессования.

По итогам работы можно сделать следующие выводы. Использование для брикетирования матрицы разработанной конструкции позволяет обеспечить производство прочных железуглеродистых брикетов без увеличения электрической мощности пресса. Использование в качестве сырьевых материалов отходов металлургического производства позволяет обеспечить их последующий рециклинг и снижение затрат металлургических предприятий на производство металлопродукции.

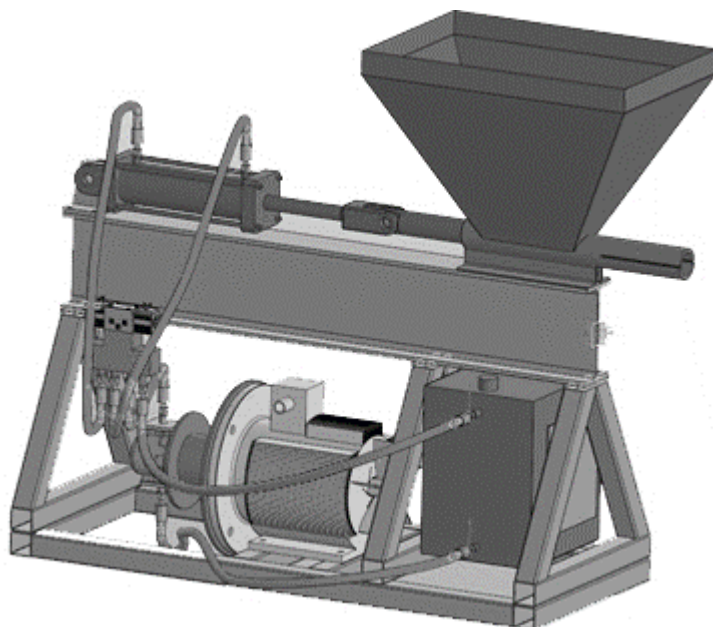


рис. 1 Установка для брикетирования мелкодисперсных отходов металлургического производства

Список источников

1. Ровин С.Л., Калиниченко А.С., Ровин Л.Е. Возвращение дисперсных металлоотходов в производство // *Литье и металлургия*. – 2019. – № 1. – С. 45-48.
2. Абрамов А.В. Оценка эффективности рециклинга // *Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России»*. – 2009. – С. 36-38.
3. Носков В.А. Брикетирование как технология рециклирования мелкофракционных промышленных отходов // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 1998. – № 3. – С. 119-121.
4. Хомутинников В.А., Фейлер Д.Т. Разработка технологических вариантов выплавки стали с использованием техногенных материалов // *Кузбасс: образование, наука, инновации. Материалы XI Инновационного конвента*. Кемерово, 2023. С. 460-463.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕКСТУРНОЙ ЭВОЛЮЦИИ ПРИ ФОРМООБРАЗОВАНИИ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ

Шакаров Тимур Умирзонович,

Клепов Денис Николаевич, Ким Семен Олегович

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Арышенский Евгений Владимирович, д.т.н.

vladborw@inbox.ru

Аннотация. В статье представлена модель учета изменения кристаллографических ориентировок на условие пластичности. Поворот осей кристалла приводит к изменению ориентационных факторов вызывая изменению условия пластичности, отношений деформаций и напряжений. Конечная деформация разбивается на n шагов и характер параметров анизотропии актуализируется на каждом шаге вследствие поворота осей кристаллита. При этом характер вращения кристаллической решетки определяется из скольжения по определенному набору систем скольжения, определяемый критерием минимизации работы.

Ключевые слова: текстура, пластичность, анизотропия, деформация, алюминий, математическое моделирование.

MODELING OF TEXTURAL EVOLUTION DURING THE SHAPING OF ALUMINUM-BASED ALLOYS

Shakarov T. U., Klepov D. N., Kim S. O., Siberian State Industrial University

Aryshensky E. V., Doctor of Technical Sciences, Siberian State Industrial University

Abstract. The article presents a model for accounting for changes in crystallographic orientations to the plasticity condition. The rotation of the crystal axes leads to a change in orientation factors, causing a change in the conditions of plasticity, the relationship of deformations and stresses. The final deformation is divided into n steps and the nature of the anisotropy parameters is updated at each step due to the rotation of the axes of the crystallite. Moreover, the nature of the rotation of the crystal lattice is determined from sliding along a certain set of sliding systems, determined by the criterion of minimizing work.

Keywords: texture, plasticity, anisotropy, deformation, aluminum, mathematical modeling.

При моделировании процессов листовой штамповки обычно принимается допущение о том, что текстура не претерпевает существенных изменений и следовательно характер анизотропии на протяжении процесса остается постоянным [1]. Однако недавние исследования показывают, что в процессах холодной штамповки текстура претерпевает значительное изменение [2, 3]. Это в свою очередь приводит к ошибкам в расчётах по схеме, предложенной на (рис. 1). Поэтому целью данной статьи является разработка модели, связывающей условие пластичности анизотропных сред с процессом формирования текстуры.

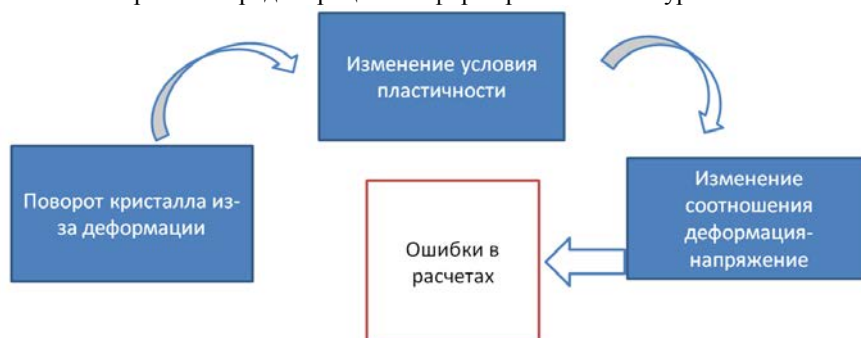


рис. 1. Схема взаимосвязи моделирования деформации и вращения решетки

В работе используем условие пластичности для анизотропных сред [4]. Энергетическое условие пластичности Губера-Мизеса принято критерием, определяющим переход из упругого состояния в пластическое деформируемого тела. Согласно условию, начало пластической деформации обусловлено достижением предельного значения удельной потенциальной энергии формоизменения U_ϕ , накопленной

деформируемым элементом. Предполагается, что закон Гука справедлив вплоть до наступления предельного состояния пластичности. В итоге получаем условие перехода материала в пластическое состояние (1).

$$\sigma_i = \frac{1}{\sqrt{2}} \left\{ \eta_{12}(\sigma_{11} - \sigma_{22})^2 + \eta_{23}(\sigma_{22} - \sigma_{33})^2 + \eta_{31}(\sigma_{33} - \sigma_{11})^2 + 6[\bar{\eta}_{12}\sigma_{12}^2 + \bar{\eta}_{23}\sigma_{23}^2 + \bar{\eta}_{31}\sigma_{31}^2] \right\}^{\frac{1}{2}} \quad \#(1)$$

где σ_i – интенсивность напряжений, при которой начинается пластическая деформация, может быть определена из испытаний на одноосное сжатие или растяжение, σ_{ij} – тензор напряжений в системе отсчета образца, η_{ij} – коэффициенты анизотропии.

Коэффициенты анизотропии рассчитываются исходя из компонент тензора модуля жесткости в системе отсчета, связанной с кристаллом и ориентационными факторами по формуле (2).

$$\eta_{ij} = \frac{1}{\gamma} [1 - (A_s - 1)(\Delta_i + \Delta_j - 5\Delta_k)] \quad \#(2)$$

В формуле (2) γ считается по формуле (3).

$$\gamma = \frac{5}{3A_s + 2} \left\{ [1 + (A_s - 1)(\Delta_i + \Delta_j + \Delta_k)]^2 - 4(A_s - 1)^2(\Delta_i^2 + \Delta_j^2 + \Delta_k^2 - \Delta_i\Delta_j - \Delta_j\Delta_k - \Delta_k\Delta_i) \right\} \quad \#(3)$$

После подстановки (3) в (2) получаем формулу (4).

$$\bar{\eta}_{ij} = \frac{3A_s + 2}{5} \left[1 - 2(A_s - 1) \left(\Delta_i + \Delta_j - \Delta_k - \frac{1}{2} \right) \right]^{-1} \quad \#(4)$$

где $A_s = \frac{C_{1111} - C_{1122}}{2C_{2323}}$; $C_{1111}, C_{1122}, C_{2323}$ – компоненты тензора модулей жесткости в кристаллической системе координат, Δ_i ориентационные факторы (5).

$$\Delta_i = \frac{(g_{i1}^2 g_{i2}^2 + g_{i1}^2 g_{i3}^2 + g_{i2}^2 g_{i3}^2)}{g_{i1}^2 + g_{i2}^2 + g_{i3}^2} \quad \#(5)$$

Ориентационные факторы (5) можно вычислить с помощью матрицы направляющих косинусов, выраженных через индексы Миллера или углы Эйлера. Для их вычисления с помощью метода Тейлора [5] вычисляем поворот кристаллической решетки (6) и матрицу направляющих косинусов (7), из которой рассчитываем индексы Миллера или углы Эйлера.

$$R = \bar{w}^G - \bar{w} \quad \#(6)$$

$$g'_{ij} = (\delta_{ik} + R_{ik})g_{kj} \quad \#(7)$$

Где R – матрица поворота, $\bar{w}^G$ – поворот образца, $\bar{w}$ – поворот, обусловленный скольжением по плоскости, g_{kj} – матрица косинусов, δ_{ik} – дельта Кронекера.

Таким образом, в результате исследования была разработана модель, учитывающая влияние эволюции текстуры на условие пластичности. Как следствие более точно определяется переход из упругого состояния в пластическое, что приводит к более точным расчетам пластической деформации.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-19-00590,

<https://rscf.ru/project/24-19-00590/>

Список источников

1. Арышенский, Юрий Михайлович. Теория и расчеты пластического формоизменения анизотропных материалов: учебное пособие для студентов вызов, обучающихся по специальности "Обработка металлов давлением" / Ю. М. Арышевский, Ф. В. Гречников. — Москва : Металлургия, 1990. — 303, [1] с.: ил., табл.: 22 см.; ISBN 5-229-00653-6.
2. Shutov, A.V., Pfeiffer, S. and Ihlemann, J. (2012), On the simulation of multi-stage forming processes: invariance under change of the reference configuration. *Mat.-wiss. u. Werkstofftech.*, 43: 617-625. <https://doi.org/10.1002/mawe.201200009>
3. Sener, B., Esener, E. & Firat, M. Modeling plastic anisotropy evolution of AISI 304 steel sheets by a polynomial yield function. *SN Appl. Sci.* 3, 181 (2021). <https://doi.org/10.1007/s42452-021-04206-2>
4. Ерисов Я. Ф. Развитие теории и методов совершенствования процессов листовой штамповки путем формирования при прокатке оптимальной кристаллографии структуры заготовок: Дис. док. техн. наук. / Я. Ф. Ерисов. Самара.: ИИУ Самарский университет им. С. П. Королева, 2019. 310 с.
5. Taylor G. I. The Mechanism of Plastic Deformation of Crystals / Taylor G. I // *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, London. 1934. V. A145. P. I pp. 362–387, P. II pp. 362–387

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПРОМЕЖУТОЧНОМ КОВШЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ РАФИНИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Шевченко Анфиса Алексеевна,

Шевченко София Алексеевна, Шевченко Виктория Витальевна, Лопатина Ангелина Олеговна,

Сафонов Сергей Олегович, Наумченко Диана Михайловна, Точиев Тамерлан Тимурович

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Шевченко Роман Алексеевич, к.т.н., Фейлер Сергей Владимирович, к.т.н.

vhfpm1997@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты экспериментов по изучению гидродинамических процессов с использованием гидродинамических и газорафинирующих устройств. Управление потоками жидкости осуществляется с помощью моделей струегасителей и порогов, в том числе с возможностью продувки через пористый блок. Исследование проводилось с использованием лабораторного экспериментального комплекса, который позволяет моделировать различные условия и режимы гидродинамических процессов в промежуточном ковше.

Ключевые слова: промежуточный ковш, рафинирующие устройства, струегасители, пороги, гидродинамические процессы.

INVESTIGATIONS OF HYDRODYNAMIC PROCESSES IN AN INTERMEDIATE LADLE USING REFINING DEVICES

Shevchenko A.A., Shevchenko S.A., Shevchenko V.A., Lopatina A.O., Safonov S. O., Naumchenko D.M.,

Tochiev T.T., Siberian State Industrial University

Shevchenko P.A, PhD in Engineering sciences, Feiler S.V., PhD in Engineering sciences, Siberian State Industrial University

Abstract. The article presents the results of experiments on the study of hydrodynamic processes using hydrodynamic and gas-refining devices. Liquid flows are controlled using models of jet dampers and thresholds, including those with the possibility of purging through a porous block. The study was carried out using a laboratory experimental complex that allows simulating various conditions and modes of hydrodynamic processes in an intermediate bucket.

Keywords: intermediate bucket, refining devices, jet dampers, thresholds, hydrodynamic processes.

Промежуточный ковш играет важную роль в непрерывной разливке стали, обеспечивая равномерное распределение металла по кристаллизаторам. Сейчас промежуточный ковш также используется для дополнительного рафинирования стали и усреднения металла по химическому составу и температуре.

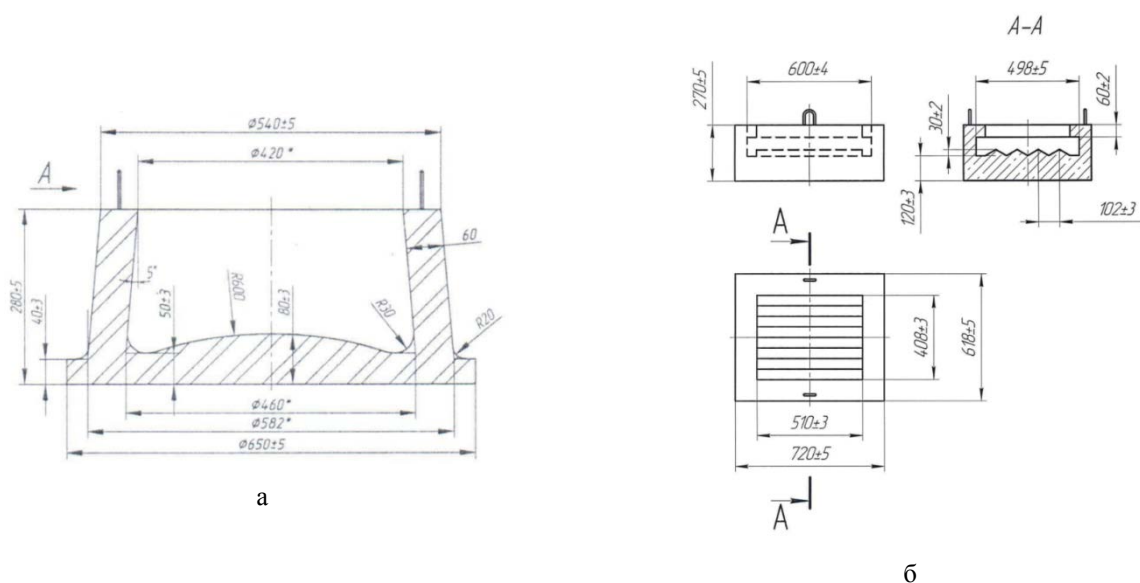
На стабильность технологических параметров разливки и качество заготовок влияют гидродинамические и физико-химические процессы в полости промежуточного ковша. Поэтому активно исследуются способы воздействия на эти процессы для рафинирования жидкой стали.

Рафинирующие устройства в промежуточном ковше делятся на гидродинамические и газорафинирующие.

Гидродинамические устройства, такие как перегородки с отверстиями, пороги, турбо- и вихрегасители, изменяют поток металла в промежуточном ковше, способствуя удалению неметаллических включений из расплава.

Газорафинирующие устройства, такие как сопла, пористые блоки, пробки и фурмы, работают по принципу продувки металла инертным газом. Мелкие частицы, которые не всплывают к поверхности самостоятельно, удаляются за счёт флотации неметаллических включений газовыми пузырями и выноса к покровному шлаку.

В данной статье мы рассмотрим результаты опытов, которые позволили изучить гидродинамические процессы в промежуточном ковше при использовании гидродинамических и газорафинирующих устройств. Управление потоками жидкости при моделировании производилось с использованием моделей струегасителей и порогов, в том числе с возможностью продувки через пористый блок. Конструкции применяемых в исследовании струегасителей изображены на рисунке 1, модели порогов представлены на рисунке 2.



а, б – чертежи промышленных струегасителей

рис.1 – Стругегасители для приема металла из сталеразливочного ковша



рис.2 – Физическая модель порога с пористым блоком для продувки

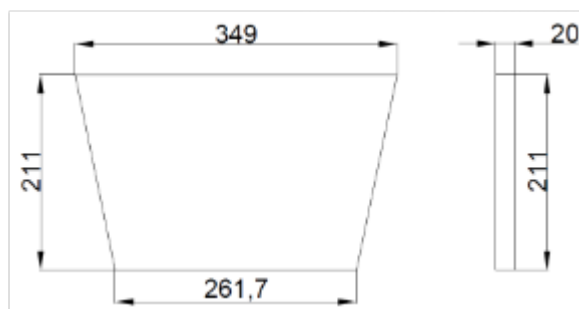


рис.3 – Модель перегородки, разделяющей верхнюю часть промежуточного ковша

Исследование гидродинамических процессов в промежуточном ковше слябовой МНЛЗ АО «ЕВРАЗ ЗСМК» проводилось с использованием лабораторного экспериментального комплекса, спроектированного на основе анализа подобия.

В качестве моделирующей жидкости применялась вода, физические свойства которой близки к свойствам жидкой стали при температуре разливки. Для визуализации течений в воду добавляли раствор перманганата калия. На заднюю стенку модели нанесли координатную сетку с размером клетки 5 см для определения скоростей потоков моделирующей жидкости и местоположения неметаллических включений

При использовании промежуточного ковша с единой ванной неметаллические включения не удаляются полностью в покровный шлак из-за особенностей течения металла.

Когда металл поступает в промежуточный ковш, он разделяется на несколько потоков. Основной поток движется по дну ковша и устремляется к отверстиям разливочных стаканов. Достигнув области над стаканом, поток затягивается в коллектор.

Отраженные от дна и задней стенки потоки встречаются с циркулирующими потоками и теряют энергию. Они движутся вдоль границы «металл-шлак», а в районе стопоров скорость потоков значительно снижается. Это приводит к образованию застойных зон в верхней части у торцевых стенок.

Исследование гидродинамических процессов в промежуточном ковше базовой конфигурации, оснащённом струегасителями, перегородками и порогами с продувкой через пористый блок Их проводили по двум вариантам – при использовании струегасителей конструкций, приведенных на рисунке 1.

При поступлении стального расплава в струегаситель круглого сечения кинетическая энергия струи металла значительно снижается, а скорость потока расплава уменьшается.

Поток металла из струегасителя направляется к поверхности, доходит до перегородки и затем опускается ко дну к пористому порогу. Инертный газ, подаваемый через пористый порог, возвращает металл к верхним горизонтам, существенно уменьшая его скорость. Это увеличивает время контакта металлического расплава с рафинирующим шлаком. Между порогом и разливочным стаканом образуется застойная зона.

Минимальное время пребывания металла в промежуточном ковше данной конфигурации — 84,8 с. В приёмной камере между перегородками происходит активная циркуляция расплава, а в разливочных — спокойное течение металла преимущественно у поверхности.

При использовании струегасителей квадратного сечения (рис. 1, б) гидродинамика схожа с предыдущим вариантом, но минимальное время, которое металл находится в промежуточном ковше, увеличивается до 129,32 с.

При использовании в промежуточном ковше только струегасителей (рис. 1, а) для приема струи металла время пребывания металла составляет 59,36 с.

Струя металла, попадая в промежуточный ковш и в объём струегасителя, теряет часть кинетической энергии. Металл совершает циркулирующее движение в ограниченном объёме струегасителя и направляется к поверхности раздела металл-шлак. Это увеличивает время пребывания металла в промежуточном ковше по сравнению с промежуточным ковшом с единой ванной.

Восходящий поток металла поднимает неметаллические включения к шлаковому покрытию, так как расстояние до него сокращается. Но после выхода из струегасителя основной поток встречается с обратным, отражённым от торцевой стенки. Из-за этого поток вытесняется с границы «металл-шлак» на нижние горизонты. Как и в промежуточном ковше с единой ванной, возникает придонный поток. Он появляется в зоне активной циркуляции между защитными трубами, где встречаются потоки, выходящие из струегасителей. При этом скорость придонного потока значительно ниже скорости основного. Также в этом варианте конструкции у торцевых стенок промежуточного ковша образуются застойные зоны.

При использовании струегасителей квадратного сечения (рис. 1, б) время, которое металл находится в промежуточном ковше, увеличивается до 72 с. Гидродинамическая картина схожа с вариантом, где применяются струегасители другой конструкции (рис. 1, а). Однако квадратные струегасители эффективнее гасят кинетическую энергию струи металла, поэтому время пребывания металла в промежуточном ковше увеличивается.

При использовании только струегасителей и порогов с продувкой через пористый блок минимальное время, которое металл находится в промежуточном ковше, соответствует значениям, полученным при моделировании базового варианта — 84,8 с. для круглого сечения и 106 с. для квадратного сечения.

Гидродинамическая картина в исследуемых вариантах также схожа с базовым вариантом. Это связано с тем, что поток металла, выходя из струегасителя, отражается от поверхности металла и направляется ко дну, даже если не используется дополнительная перегородка.

В ходе исследования выяснилось, что для обеспечения эффективной циркуляции металлического расплава, гомогенизации по химическому составу и температуре, рафинированию от неметаллических включений рекомендуется использовать в промежуточном ковше струегасители квадратного сечения, приведенные на рисунке 1 б совместно с продувочным порогом.

Список источников

1. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн.2: Физико-химические методы анализа: учеб. для студ. вузов, обучающихся по химико-технол. спец. / В.П. Васильев. – 5-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2005. – 383 с.
2. Родионова И.Г. О роли неметаллических включений в ускорении процессов локальной коррозии нефтепромысловых трубопроводов из углеродистой и низколегированной стали / И.Г. Родионова, О.Н. Бакланова, А.И. Зайцев // Металлы. – 2004. – № 5. – С. 13-18.
3. Фейлер СВ. Исследование особенностей рафинирования стали в промежуточном ковше МНЛЗ / СВ. Фейлер, Е.Е. Емельянова // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. - Новокузнецк, 2008. - Вып. 12. - Ч. III. Теоретические науки. - С. 157-160.
4. Фейлер СВ. Исследование гидродинамических процессов и разработка технологии рафинирования стали в промежуточном ковше слэбовой МНЛЗ / СВ. Фейлер, Е.В. Протопопов, Л.А. Ганзер // Научное наследие И.П. Бардина: труды научно-технической конференции. Новокузнецк - 2008. - С. 93-98.

5. Шевченко Р.А. Исследования неметаллических включений образующихся при контактной стыковой сварке рельсовой стали / Козырев Н.А., Усольцев А.А., Крюков Р.Е., Михно А.Р. // *Металлургия: технологии, инновации, качество. труды XXI международной научно-практической конференции. в 2-х частях. Новокузнецк - 2019.* - С. 294-298.
6. Shevchenko R.A. The study of the high temperatures effect on the specific electrical resistivity of rail steel in order to create safe conditions for the operation of access roads to open-pit mines / Kuznetsov V.A., Kozyrev N.A., Usoltsev A.A., Khrenova A.V., Gutak O.Y. // *IOP conference series: earth and environmental science. International scientific and research conference on knowledge-based technologies in development and utilization of mineral resources 2019. Novokuznetsk - 2019.* - С. 012023.

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ УЧАСТКА ВЫПЛАВКИ СТАЛИ В КИСЛОРОДНО КОНВЕРТЕРНОМ ЦЕХЕ №2 АО "ЕВРАЗ ЗСМК"

Шевченко София Алексеевна,

Шевченко Анфиса Алексеевна, Казанков Степан Андреевич, Шевченко Виктория Витальевна, Наумченко Диана Михайловна, Точиев Тамерлан Тимурович, Сафонов Сергей Олегович, Лопатина Ангелина Олеговна

Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк

Научный руководитель: Шевченко Роман Алексеевич, к.т.н., Фейлер Сергей Владимирович, к.т.н.

sypersys11@mail.ru

Аннотация. В работе представлены результаты анализа технологии участка выплавки стали в кислородно конвертерном цехе №2 (ККЦ №2). Анализ включает в себя хронометраж процессов цикла плавки, изучение технологической инструкции, рассмотрение паспортов плавов. Для произведения анализа были осуществлены выходы в цех, произведен хронометраж, запрошены технологическая инструкция и паспарта плавов у сотрудников АО "ЕВРАЗ ЗСМК". Разработано предложение по сокращению времени выплавки стали, заключающееся в размещении контейнерной лаборатории в цеху.

Ключевые слова: кислородно конвертерный цех №2, цикл плавки, выплавка стали в кислородно конвертерном цеху №2, контейнерная лаборатория, повалка конвертера.

ANALYSIS OF THE TECHNOLOGY OF THE STEEL PRODUCTION SECTION IN THE OXYGEN CONVERTER SHOP #2 OF JSC "ЕВРАЗ ЗСМК"

Shevchenko S. A., Shevchenko A. A., Kazankov S. A., Shevchenko V. V., Naumchenko D. M.,

Safonov S. O., Lopatina A. O., Siberian State Industrial University, Novokuznetsk

Supervisors: Shevchenko R. A., PhD, Sergey Vladimirovich Feiler, PhD

Abstract. The paper presents the results of the analysis of the technology of the steel smelting section in the oxygen converter shop № 2 (OCS №2). The analysis includes timing of the melting cycle processes, studying the process instructions, and reviewing the melting passports. To perform the analysis, visits to the shop were made, and employees of JSC "ЕВРАЗ ЗСМК" requested the process instructions and melting passports. A proposal was developed to reduce the time of steel melting, which consists of placing a container laboratory in the shop.

Keywords: oxygen-converter shop № 2, melting cycle, steel melting in oxygen-converter shop № 2, container laboratory, povalka the converter.

Процесс выплавки стали начинается с этапа подготовки, в который входит подача сыпучих материалоов, перелив чугуна в миксерном отделении, приёмка и дозировка лома, а также осмотра футеровки конвертера и сталевыпускного отверстия обращая особое внимание на состояние кладки днища. Затем по команде сталевара производится подготовка шлака для наведения гарнисажа.

Загрузка шихты в конвертер начинается с завалки металлолома. После завалки металлолома, при необходимости, производится его нагрев. В летний период (с 1 мая по 30 сентября) разрешается работать без предварительного нагрева металлолома.

Поставка жидкого чугуна из доменного цеха в отделение перелива чугуна ККЦ-2 производится в чугуновозных ковшах миксерного типа. В конвертер чугун заливается по разрешению мастера конвертеров. Продолжительность заливки чугуна должна быть не менее 3 мин.

Следующий этап производства стали является продувка кислородом. Основным режимом работы конвертеров является продувка с частичным дожиганием отходящих газов.

По окончании продувки производится повалка конвертера, отбор проб металла и шлака, и замер температуры и окисленности металла термоблоком. В пробе металла определяется содержание алюминия, углерода, марганца, серы, фосфора, хрома, никеля, меди, азота, ванадия и при необходимости молибдена, свинца, ниобия, титана, олова. Слив металла из конвертера производится только после получения экспресс-анализа. В случаях, когда продувка прекращена при недостаточной температуре металла, высоком содержании углерода (промежуточная повалка для выплавки металла для слябовой МНЛЗ), фосфора или серы, густом шлаке, производится додувка плавки.

В дальнейшем металл отправляется на участок внепечной обработки, а шлак в корпус шламовой переработки.

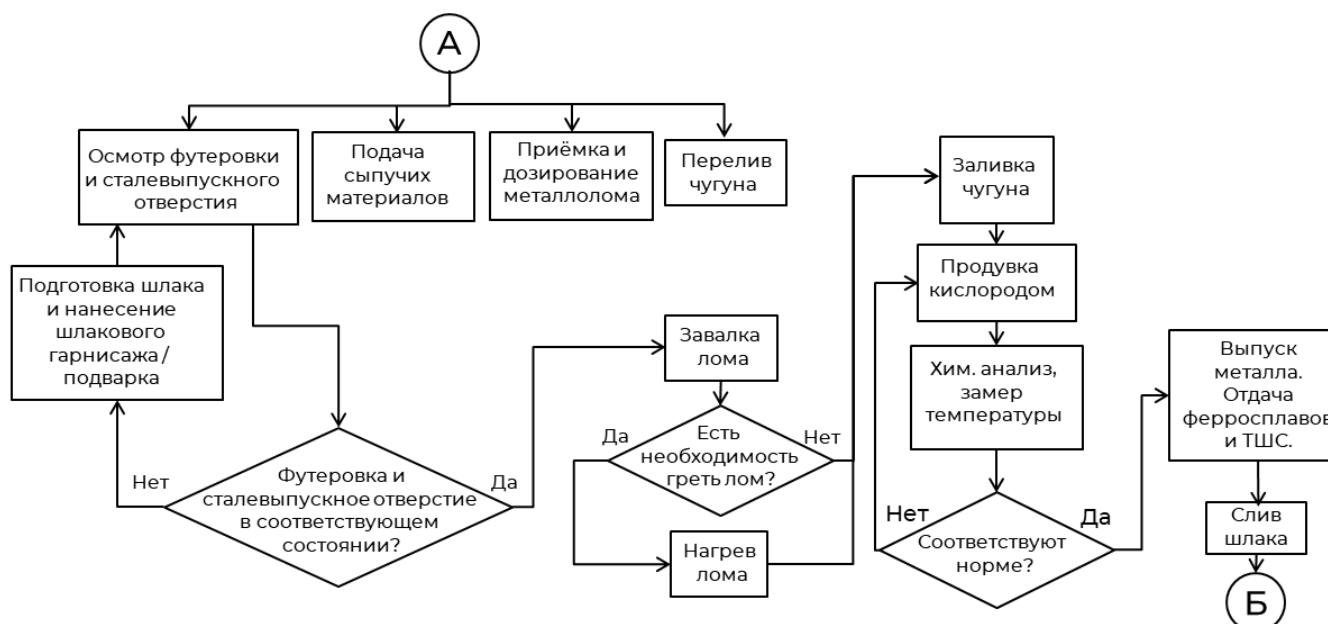


рис.1 Блок-схема процесса выплавки стали ККЦ-2

Поставщик в данном процессе – доменный цех, управление подготовки производства и вторресурс, а потребитель – участок внепечной обработки.

Ниже в таблице представлен бланк хронометража выплавки стали в кислородном конвертере.

№ п/п	Наименование операции	Продолжительность, мин	% к общему времени
1	Осмотр футеровки и сталевыпускного отверстия, Подготовка шлака и нанесение шлакового гарнисажа / подварка	25	34,2
2	Завалка лома	7	9,6
3	Заливка чугуна	5	6,8
4	Нагрев металлолома (при необходимости)	3	4,1
5	Продувка кислородом	17	23,3
6	Повалка	7	9,6
7	Слив металла, Отдача ферросплавов и извести.	6	8,2
8	Слив шлака	3	4,1
Общее время выплавки стали:		73	

На данный момент более подробно был разобран процесс повалки конвертера. Повалка - операция наклона конвертера для измерения температуры и отбора проб металла. Проба отправляется на экспресс-анализ в лабораторию для определения химического состава стали. Если данные экспресс-анализа и измерения температуры соответствуют норме, то выполняется выпуск металла, иначе выполняется операция додувки. Хронометраж повалки представлен в таблице:

№ п/п	Наименование операции	Продолжительность, с	% к общему времени
1	Подготовка	60	14,3
2	Отбор проб	20	4,8
3	Набивание номера	40	9,5
4	Отправка	20	4,8
5	Путь по пневмопочте	20	4,8
6	Химический анализ	260	61,9
Общее время выплавки стали:		420	

Из данной таблицы можно сделать вывод, что подготовка к химическому анализу и сам химический анализ занимает большую часть повалки. К тому же большинство простоев в процессе повалки происходят по следующим причинам:

- Периодическая неисправность пневмопочты;
- Лаборатория находится в другом здании;
- Малое количество оборудования;
- Большой поток проб в лабораторию.

Для того, чтобы выяснить зависимость времени выплавки от времени повалки был проведен анализ паспортов плавки за период 2023 г.

При анализе данных была выявлена проблема некорректного формирования базы данных. Для устранения этой проблемы была проведена выборка корректных данных путем сравнения суммы составляющих плавки и указанного времени цикла. В результате было получено 265 корректных паспортов для анализа.

Данные были отсортированы и разбиты на 4 группы по соответствию нормам технологической инструкции. Цикл плавки не должен превышать 48 минут, а повалка – 7 минут. (максимальное время повалки в представленных паспортах 14 минут 36 секунд.)

Группы распределились следующим образом:

- Первая группа (80 паспортов): время цикла и время повалки соответствуют норме.
- Вторая группа (76 паспортов): время цикла соответствует норме, а время повалки нет.
- Третья группа (55 паспортов): время цикла выходит за норму, а время повалки соответствует.
- Четвертая группа (54 паспорта): и время повалки, и время цикла выходят за норму.

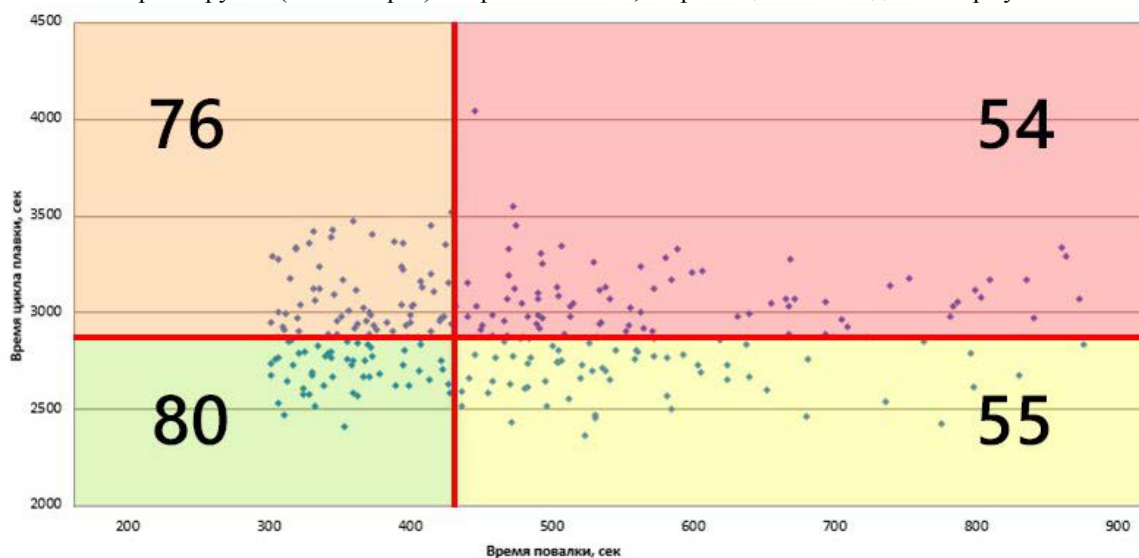
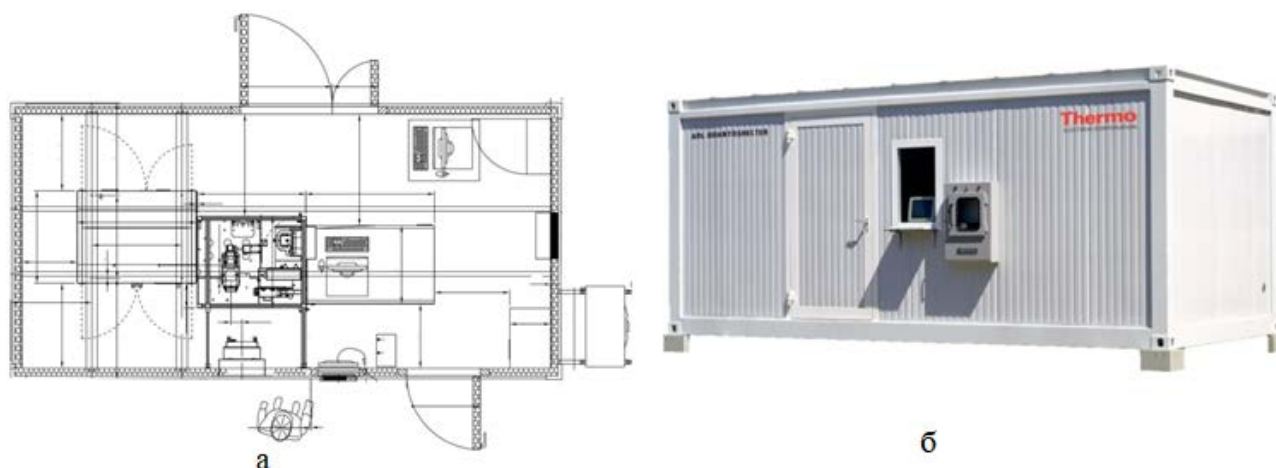


рис.2 Зависимость времени цикла плавки от времени повалки

Наше предложение по сокращению времени повалки заключается в размещение контейнерной лаборатории на участке выплавки.

Работа лаборатории в непосредственной близости от печи возможна. Образцы загружаются через окно для приема проб в контейнер сразу же, как только они остынут достаточно для того, чтобы их возможно было взять. Лаборатория может работать в автоматическом режиме – загрузка и перестановка пробы внутри лаборатории осуществляется с помощью манипулятора,

Автоматизированная лаборатория позволяет осуществлять химический анализ с максимально возможно скоростью. Сталевару необходимо ввести данные образца на терминале, после образец подается в приемник и больше участие человека в определении химического состава пробы не нужно. Образец помещается роботом в автоматический шлифовальный станок, где происходит подготовка пробы. Она включает шлифование и охлаждение образца. Все параметры пробоподготовки могут регулироваться для получения оптимального результата. Подготовленный образец подается роботом на оптический эмиссионный спектрометр. На спектрометре производится 3 измерения для точного определения химического состава образца. Результаты анализа выводятся на монитор. Данные также могут быть переданы по локальной сети и выведены на удаленных мониторах, громкоговорителях и печатающих устройствах. Время анализа образцов стали может составлять до 2-х минут с момента ввода образца в приемник и нажатия кнопки «Старт». После анализа образцы маркируются индивидуальными идентификационными номерами и затем опускаются роботом в приемные контейнеры для хранения. Образцы сортируются в соответствии с заданными критериями; бракованные образцы хранятся отдельно.



*а - схема, б – внешний вид лаборатории
рис. 3 Возможный вариант контейнерной лаборатории*

Мы рассмотрели возможное расположение контейнерной лаборатории в цеху ККЦ-2 на рисунке 4.

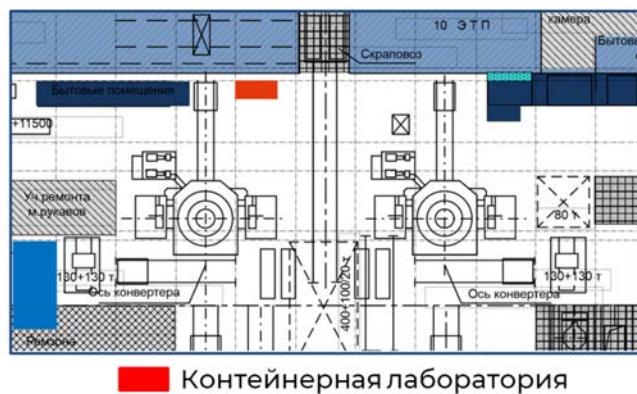


рис. 4 Расположение контейнерной лаборатории в цеху

Реализация нашего предложения позволит сократить цикл плавки до 45 минут (на 3 минуты).

Для определения рентабельности мы рассчитали экономический эффект от внедрения контейнерной лаборатории.

Входные данные:

- Производительность конвертера за одну плавку – $N = 311$ т;
- Маржинальность – $M = 4$ тыс. руб
- Цена заготовки – $Ц_3 = 30$ тыс руб
- Производительность в год до внедрения мероприятия – $N_{гд} = 4\,087\,000$ т/г
- Фонд рабочего времени конвертера в год – $T_r = 320$ сут/г
- Капитальные затраты на оборудование и установку – $Co = 270\,860$ тыс руб
- Время цикла плавки – $T_d = 48$ мин
- Время повалки до внедрения мероприятия – $T_{п1} = 7$ мин
- Время повалки после внедрения мероприятия – $T_{п2} = 4$ мин
- Обслуживание оборудования – 1% от капитальных затрат $O = 2\,709$ тыс руб

Расчет:

1. Производительность в сутки до внедрения мероприятия – N_d :
 $N_c = N_r / T_r = 4\,087\,000 / 320 = 12\,751$ т/сут
2. Количество плавов в сутки до внедрения мероприятия - K_d :
 $K_d = N_c / N = 12\,751 / 311 = 41$ шт
3. Время цикла плавки после внедрения оптимизации – T_n :
 $T_n = T_d - (T_{п1} - T_{п2}) = 48 - (7 - 4) = 45$ мин
4. Количество плавов в сутки после внедрения мероприятия – K_n :
 $K_n = ((T_d * K_d - (T_n * K_d)) / T_n) + K_d = ((48 * 41 - (45 * 41)) / 45) + 41 = 43$ шт
5. Производительность в сутки после внедрения мероприятия – N_n :
 $N_n = K_n * N = 43 * 311 = 13\,373$ т/сут
6. Производительность в год после внедрения мероприятия – $N_{гп}$:
 $N_{гп} = N_n * T_r = 13\,373 * 320 = 4\,279\,360$ т/г
7. Разница производительности в год до - после внедрения мероприятия - ΔN т/г
 $\Delta N = N_{гд} - N_{гп} = 4\,087\,000 - 4\,279\,360 = 192\,360$ т/г
8. Затраты на амортизацию в год с расчетом, что срок службы оборудования 10 лет - A тыс руб :
 $A = (Co / 10) * 1,08 = 29\,256$ тыс руб
9. Дополнительная выручка в год - B_r тыс руб/г:
 $B_r = \Delta N * Ц_3 = 192\,360 * 30 = 5\,770\,800$ тыс руб/г
10. Дополнительная прибыль в год - $П_r$ тыс руб/г:
 $П_r = \Delta N * M - (A + O) = 192\,360 * 4 - (29\,256 + 2\,709) = 737\,475$ тыс руб/г
11. Дополнительная прибыль в месяц - $П_m$:
 $П_m = П_r / 12 = 737\,475 / 12 = 61\,456$ тыс руб
12. Окупаемость мероприятия - E :
 $E = Co / П_m = 270\,860 / 61\,456 = 4$ мес

Вывод:

Повышение производительности составляет 192 360 т/г, дополнительная выручка в год 5 770,8 млн руб, дополнительная прибыль в год: 737,47 млн руб.

Срок окупаемости мероприятия составляет 4 мес.

Список источников

1. Технологическая инструкция «Выплавка, выпечная обработка, разливка стали в изложницы в конвертерном цехе № 2» ТИ ЗС-ККЦ-2-01-2022.

ВОЗМОЖНЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИ ЧИСТОГО ТИТАНА VT1-0 В ПОСТОЯННОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Шляров Виталий Владиславович

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Загуляев Дмитрий Валерьевич, д.т.н.

shlyarov_vv@sibsiu.ru

Аннотация. Высказано предположение, что воздействие постоянного магнитного поля (0,3–0,5 Тл) на титан VT1-0 снижает энергию разрыва ковалентных связей, повышая подвижность дислокаций, пластичность и усталостную долговечность. Данное предположение согласуется с полученными экспериментальными результатами, в которых наблюдаются изменения микротвердости, зависящие от времени и параметров обработки, и увеличение скорости ползучести до 5,69 %/час.

Ключевые слова: магнитное поле, технически чистый титан, микротвердость, ползучесть, усталость металла, физический механизм.

POSSIBLE PHYSICAL MECHANISM OF PLASTIC DEFORMATION OF TECHNICALLY PURE VT1-0 TITANIUM IN A PERMANENT MAGNETIC FIELD

Shlyarova V.V., Siberian State Industrial University

Zaguliaev D.V., Doctor of Technical Sciences, Siberian State Industrial University

Abstract. It is suggested that the effect of a constant magnetic field (0.3–0.5 T) on titanium VT1-0 reduces the energy of breaking covalent bonds, increasing dislocation mobility, plasticity and fatigue life. This assumption is consistent with the experimental results obtained, which show changes in microhardness, depending on the time and processing parameters, and an increase in the creep rate to 5.69%/hour.

Keywords: magnetic field, technically pure titanium, microhardness, creep, metal fatigue, physical mechanism.

Титан и его сплавы широко применяются в различных отраслях промышленности благодаря их уникальному сочетанию прочности, легкости и устойчивости к коррозии. В последние годы возрос интерес к изучению влияния внешних факторов, таких как постоянное магнитное поле, на деформационные характеристики этих материалов. Понимание того, как магнитные поля воздействуют на механическое поведение титана, может привести к разработке новых методов управления его свойствами и расширению областей применения.

Исследования показывают, что постоянное магнитное поле способно изменять деформационное поведение технически чистого титана. В частности, наблюдаются изменения в структуре материала и особенностях его разрушения под воздействием магнитного поля [1]. Однако, несмотря на проведенные исследования, влияние магнитного поля на зеренную структуру титановых отливок остается незначительным, и радикальное измельчение зерен с помощью магнитного поля не достигается [2]. Кроме того, расчеты скорости стационарной ползучести для образцов титана VT1-0 при воздействии постоянного магнитного поля показывают определенные изменения в их деформационном поведении [3]. Подобные эффекты наблюдаются и в других металлах, например, в поликристаллической меди, где магнитная обработка влияет на микротвердость материала [4]. Таким образом, изучение влияния постоянного магнитного поля на деформационные характеристики титана и его сплавов является перспективным направлением, способным привести к новым подходам в управлении свойствами этих материалов и расширению их применения в различных областях техники.

Часто изменение деформационных характеристик металлов и сплавов связывают с так называемым магнитоэластическим эффектом. Это явление, при котором магнитное поле влияет на пластические свойства материала, например, на скорость движения дислокаций или процессы рекристаллизации. Данный эффект наблюдается преимущественно в материалах с магнитными свойствами (ферромагнетики, парамагнетики и др.) и связан с взаимодействием магнитного поля и дефектов кристаллической структуры.

Чистый титан, являясь парамагнетиком, демонстрирует слабую, но заметную реакцию на внешние магнитные поля. Магнитоэластический эффект в данном случае обусловлен следующими процессами:

Энергия взаимодействия магнитного поля с электронными состояниями атомов: парамагнитные свойства титана связаны с наличием неспаренных электронов в его атомах. Под действием магнитного поля магнитные моменты электронов начинают упорядочиваться, что может влиять на их взаимодействие с дефектами, такими как дислокации, вакансии или примесные атомы.

Влияние магнитного поля на движение дислокаций: дислокации – это линейные дефекты кристаллической решетки, отвечающие за пластическую деформацию материала. Под действием магнитного поля изменяется взаимодействие между дислокациями и примесными атомами (эффект взаимодействия магнитных моментов), что влияет на подвижность дислокаций.

Спиновые взаимодействия: магнитное поле может изменять спиновые состояния электронов, связанных с дефектами, влияя на вероятность определенных переходов (например, переходов, связанных с захватом или освобождением электронов).

При рассмотрении возможного физического механизма влияния магнитного поля на деформационное поведение металлических материалов, учтем связь между прочностью и подвижностью дислокаций. Поскольку в кристалле обычно присутствует $10^6 - 10^{11}$ дислокаций в 1 см^3 , их перемещение приводит к макроскопическим деформациям. Изменяя подвижность этих дефектов, можно управлять пластической деформацией кристаллов, что подтверждается результатами работ, где установлено, что с увеличением подвижности дислокаций микротвердость кристаллов снижается.

Процесс пластической деформации сопровождается непрерывным взаимодействием дислокаций между собой и с точечными дефектами. В разное время научными коллективами были разработаны механизмы спин-зависимых явлений протекающих в процессе химических реакций, выделены три возможных механизма спиновой конверсии (Δg , ΔJ , HFI) и возможные их комбинации [5]. В случае Δg -механизма изменение спинового состояния происходит из-за различий g -факторов взаимодействующих радикалов. При механизме HFI принимается во внимание сверхтонкое взаимодействие, которое заключается во взаимодействии между магнитным моментом электронов дефекта и магнитным моментом ядер. Оно может соответствовать взаимодействию с центральным ядром (ядрами) дефекта (сверхтонкое взаимодействие HFI) или взаимодействию с ядрами, окружающими парамагнитный дефект (суперсверхтонкое взаимодействие SHFI). И наконец, ΔJ -механизм, который рассматривает спиновый катализ превращений в паре с третьим носителем спина.

Продвижение в понимании природы магнитного влияния было достигнуто в работах [6, 7]. Авторы наблюдали резкое изменение интенсивности флуоресценции, фото- и темнового тока органических полупроводников полиаценового ряда в скрещенных постоянном и микроволновом магнитном поле, удовлетворяющих условиям электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) для частиц со спином $s = \pm 1/2$ и фактором спектроскопического расщепления g близким к 2. Это однозначно свидетельствует о влиянии магнитного поля на спиновые степени свободы (а не, скажем, орбитальные магнитные моменты, движущиеся заряды и т.д.). Наиболее вероятно, что влияние постоянного магнитного поля на процессы пластической деформации металлических парамагнитных материалов обусловлено Δg -механизмом: из-за несколько отличающихся g -факторов двух радикалов (обычно на $10^{-3} - 10^{-4}$) угловые скорости их прецессий в МП будут слегка различаться, и пара с частотой $f \approx \mu B \Delta g B / h \approx 10^8 - 10^9 \text{ с}^{-1}$ (здесь h - постоянная Планка) будет переходить из S –состояния в T – и наоборот.

Можно предположить, что взаимодействие дислокации с парамагнитными примесями сопровождается образованием и разрывом ковалентной связи между ними, что является дополнительным фактором торможения дислокации, поскольку необходима дополнительная энергия для разрыва ковалентной связи. В окрестностях ядра дислокации, там, где электронные оболочки атомов сильно искажены, существуют электроны с неспаренным спином, локализованные на перегибах и ступеньках. Атом парамагнитной примеси также имеет электрон с неспаренным спином, что сопровождается образованием ковалентной связи между одним атомом, принадлежащим дислокации, и парамагнитным примесным дефектом.

Рассмотрим акт деформации технически чистого титана BT1-0 без постоянного магнитного поля. Процесс деформации сопровождается непрерывным взаимодействием дислокаций друг с другом и с точечными дефектами, в качестве которых выступают пара или ферромагнитные атомы внедрения и замещения, в нашем случае это железо, поскольку в титане BT-1-0 его содержание достигает 0,25 % массовой доли. Если предположить, что взаимодействие дислокации с парамагнитными примесями носят не только упругий характер, а сопровождаются образованием и разрывом ковалентной связи между ними, то можно констатировать, что это является дополнительным фактором торможения дислокации, поскольку необходима дополнительная энергия для разрыва ковалентной связи (рисунок 1). Образование ковалентной связи между одним атомом, принадлежащим дислокации и парамагнитным примесным дефектом – возможно, поскольку в окрестностях ядра дислокации, там, где электронные оболочки атомов сильно искажены, существуют электроны с неспаренным спином, локализованные на перегибах и ступеньках, а атом парамагнитной примеси

по определению имеет электрон с не спаренным спином. Таким образом, процесс пластической деформации сопровождается многократно повторяющимися химическими реакциями.

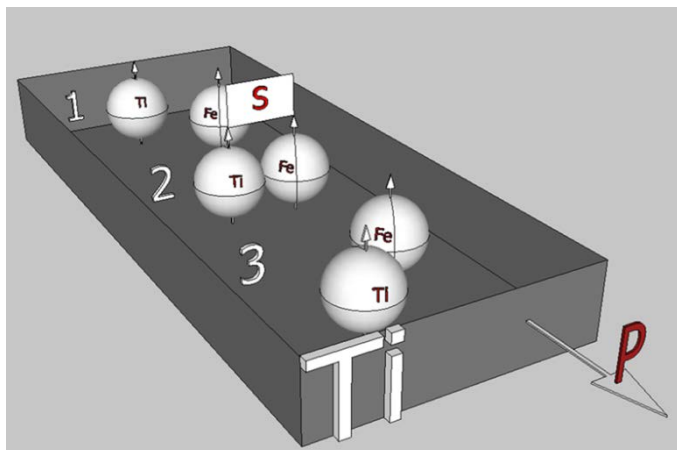


рис. 1 Взаимодействие атомов титана с атомами железа в процессе пластической деформации без магнитного поля

На рисунке 1 показаны разные временные стадии процесса, 1 – атом титана, принадлежащий дислокации, приближается к точечному дефекту, в качестве которого выступают пара или ферромагнитные атомы внедрения и замещения (на рисунке, для примера, показан атом железа). Далее, помимо упругого взаимодействия, происходит образование ковалентной связи в S состоянии между одним атомом принадлежащем дислокации и точечным дефектом – 2. В дальнейшем движение атома принадлежащего дислокации связано с упругим преодолением препятствия и разрывом ковалентной связи из S состояния, при этом общая энергия, необходимая для преодоления препятствия складывается из энергии необходимой для преодоления упругого взаимодействия и энергии необходимой для разрыва ковалентной связи. После того, как прошло взаимодействие, дислокация продолжает дальнейшее движение до следующего препятствия – 3.

На рисунке 2 рассмотрен один акт пластической деформации в присутствии магнитного поля, моменты времени 1 и 4 демонстрируют приближение и удаление дислокации от точечного дефекта. Однако, после образования ковалентной связи 2 под действием магнитного поля происходит переход радикальной пары из S состояния в T и дальнейший ее разрыв. При этом энергия, необходимая для разрыва ковалентной связи из T состояния меньше, чем из S.

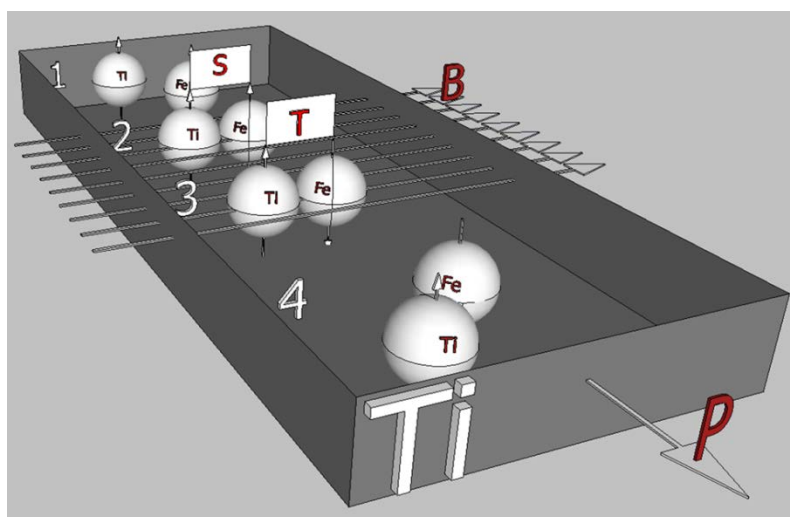


рис. 2 Взаимодействие атомов титана с атомами железа в процессе пластической деформации при воздействии магнитным полем

Таким образом, магнитное поле, действуя на ковалентную связь, переводит радикальную пару из S-состояния в T, что облегчает ее разрыв, поскольку энергия необходимая для разрыва радикальной пары, находящейся в S-состоянии больше, чем в T-состоянии. Это приводит к увеличению подвижности дислокаций и, к некому разупрочнению материала с увеличением пластичности, и, как следствие, увеличению усталостной долговечности.

Данное предположение согласуется с полученными экспериментальными данными исследований механических характеристик парамагнитных металлических материалов. Нашим научным коллективом было установлено, что применение постоянного магнитного поля при усталостных испытаниях технически чистого титана приводят к кратному увеличению усталостной долговечности. В более ранних работах было установлено, что воздействие магнитным полем на технически чистый титан BT-1-0 приводит к снижению значения микротвердости с последующей ее стабилизацией за время, зависящее от параметров обработки. Начальный эффект влияния (наблюдающийся сразу после экспозиции образцов из поля) характеризуется линейной зависимостью от времени обработки для значений индукции магнитного поля 0,3 и 0,4 Тл и носит ступенчатый характер для 0,5 Тл. Время стабилизации микротвердости линейно зависит от времени обработки для значения индукции магнитного поля 0,3 Тл, носит экспоненциальный характер для индукции 0,4 Тл и имеет сложный вид для 0,5 Тл. Установлено, что стабилизация микротвердости за время 24 часа происходит не для всех параметров воздействия, например, для параметров обработки: 0,4 Тл и 0,5 Тл; 1,75 и 2 часа выдержки – не происходит стабилизация за указанное время. Выявлен порог времени выдержки, равный 0,5 часа, ниже которого не наблюдается эффект магнитного влияния независимо от индукции магнитного поля. В ходе экспериментальных исследований процесса ползучести установлено, что при воздействии магнитным полем 0,3 Тл происходит увеличение скорости ползучести титана до 3,39 %/час. Дальнейшее увеличение индукции магнитного поля до 0,4 Тл приводит еще к более существенному увеличению скорости ползучести по сравнению с образцом разрушенном без воздействия магнитным полем, скорость ползучести составляет 4,62 %/час. Максимальный эффект увеличения скорости ползучести технически чистого титана BT1-0 наблюдается при наложении постоянного магнитного поля с индукцией 0,5 Тл, скорость процесса составляет 5,69 %/час. Стоит отметить, что на начальной (логарифмической) стадии ползучести действие магнитного поля не выражено.

Список источников

1. Shlyarov V.V., Zagulyaev D.V., Gromov V.E., Glezer A.M., Serebryakova A.A. Deformation of commercial-purity titanium in a dc magnetic field // *Russian Metallurgy (Metally)*. 2022. № 3. С. 25-31.
2. Илларионов А.Г., Попов А.А. Технологические и эксплуатационные свойства титановых сплавов: учебное пособие. 2014. 137 с
3. Шляров, В.В., Загуляев Д.В. Влияние магнитных полей на процесс пластической деформации цветных металлов // *Фундаментальные проблемы современного материаловедения*. 2019. Т. 16. № 3. С. 394-398.
4. Загуляев Д.В., Литвиненко Н.Г., Комиссарова И.А., Коновалов С.В., Громов В.Е. Закономерности изменения микротвердости меди после магнитной обработки // *Фундаментальные проблемы современного материаловедения*. 2013. Т.10 № 2. С. 261-265.
5. Головин Ю.И. Магнитопластичность твердых тел. 2003. 108 с.
6. Зуев Л.Б. Физика электропластичности щелочно-галогидных кристаллов. 1990. 120 с.
7. Зуев Л.Б. Электрические поля и пластичность кристаллов // *Соросовский образовательный журнал*. 1998. №9.

СТРУКТУРА ПОВЕРХНОСТИ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ AL-SI, МОДИФИЦИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСНЫМ МЕТОДОМ

Шлярова Юлия Андреевна

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Загуляев Дмитрий Валерьевич, д.т.н.

rubannikova96@mail.ru

Аннотация. Методами современного физического материаловедения проведен анализ структуры сплавов системы Al-Si, модифицированных комплексным методом, сочетающей электровзрывное легирование поверхностного слоя порошком оксида иттрия и последующее облучение импульсным электронным пучком.

Ключевые слова: сплав системы Al-Si, оксид иттрия, электронно-пучковая обработка, поверхность, электронная микроскопия.

STRUCTURE OF THE SURFACE OF AL-SI SYSTEM ALLOYS MODIFIED BY A COMPLEX METHOD

Shliarova Yu.A., Siberian State Industrial University

Zagulyaev D.V., Doctor of Technical Sciences, Siberian State Industrial University

Abstract. The methods of modern physical materials science were used to analyze the structure of Al-Si alloys modified by a complex method combining electroexplosive alloying of the surface layer with yttrium oxide powder and subsequent irradiation with a pulsed electron beam.

Keywords: Al-Si alloy, yttrium oxide, electron beam processing, surface, electron microscopy.

Конструкционные материалы, обладающие уникальными функциональными и физико-механическими характеристиками (такими как легкость, пластичность, электропроводность, коррозионная стойкость, теплопроводность и др.), находят широкое применение в различных отраслях промышленности, включая автомобильную, авиационную и аэрокосмическую. Среди таких материалов особенно выделяются сплавы системы Al-Si, популярность которых обусловлена потребностями современных производств. Эти сплавы служат основой для создания конструкционных материалов, используемых в автомобильной промышленности, авиации, судостроении, железнодорожном транспорте, нефтяной отрасли, строительстве и других сферах [1, 2].

Исследования в области модификации поверхности показывают, что методы обработки существенно влияют на физико-механические свойства и формирование структуры поверхности. Электровзрывное легирование позволяет внедрять в материал как элементарные металлы, так и сложные соединения (например, карбиды, оксиды, бориды и др.), что обеспечивает высокие эксплуатационные характеристики поверхности. Этот метод также предоставляет возможность точного управления энергией, подводимой к поверхности, локальной обработки (только в зонах, подвергающихся наибольшему износу), и отличается малыми потерями энергии, а также крайне высокими скоростями нагрева и охлаждения поверхностного слоя [3]. Последующая обработка импульсными электронными пучками высокой интенсивности позволяет получить более однородное покрытие с улучшенными физико-механическими свойствами за счёт плавления поверхностных слоёв материала и последующей высокоскоростной кристаллизации [4, 5]. Кроме того, метод модификации позволяет контролировать и регулировать количество энергии, подаваемой на обрабатываемую поверхность, выполнять локальную обработку только в непосредственной близости от места разрушения в процессе работы. Метод обладает малыми коэффициентами отражения энергии, сверхвысокими скоростями нагрева и охлаждения поверхностного слоя.

Цель исследования состоит в анализе изменений структуры и механических характеристик (микротвердости) поверхностного слоя сплавов доэвтектического состава (Al-11%Si) и заэвтектического состава (Al-20%Si), подвергнутых модификации комплексным методом.

В качестве материала исследований были использованы следующие образцы: поршневой доэвтектический сплав Al-11%Si производства ОАО «РУСАЛ» (поставлялся в чушках) и заэвтектический сплав Al-20%Si, выплавлявшийся в закрытой лабораторной печи сопротивления СШОЛ в Сибирском государственном индустриальном университете. Образцы имели размеры 20×20×10 мм³. По результатам рентгеноспектрального анализа (прибором Shimadzu XRF-01800) был определен химический состав материалов (мас.%): Al-11%Si (Al – 84,88%; Si – 11,10%; Fe – 0,25%; Cu – 2,19%; Mg – 0,58%; Mn – 0,02%; Ni – 0,92%; Ti – 0,05%; Cr – 0,001%); Al-20%Si (Al – 78,52%; Si – 20,28%; Fe – 1,14%; Cu – 0,072%; Mn – 0,015%; Ni – 0,06%; Ti – 0,06%; Cr – 0,001%).

Первым этапом обработки было электровзрывное легирование силумина, которое осуществляли на электроразрядной установке ЭВУ 60/10 (СибГИУ). В качестве материала взрываемых проводников были использованы алюминиевые фольги; порошковой навеской служил Y_2O_3 . Обработку выполняли по следующему режиму: масса алюминиевой фольги — 58,9 мг; масса порошка Y_2O_3 — 58,9 мг; напряжение разряда — 2,8 кВ. На втором этапе проводили облучение модифицированной поверхности образцов силумина импульсным электронным пучком. Облучение осуществляли на установке «СОЛЮ» (Институт сильноточной электроники СО РАН, г. Томск). Режимы облучения: энергия ускоренных электронов — 18 кэВ, плотность энергии пучка электронов — 35 Дж/см², длительность импульса пучка электронов — 150 мкс, количество импульсов тока — 3, частота следования импульсов — 0,3 с⁻¹.

С помощью оптического микроскопа Olympus GX51 исследовалась микроструктура сплавов в исходном состоянии и после модификации поверхности. Структуру поверхности облучения анализировали методами растровой электронной микроскопии с помощью прибора SEM-515 (Philips, Нидерланды). Структурно-фазовое состояние силумина в зависимости от расстояния до поверхности модифицирования исследовали методами просвечивающей электронной дифракционной микроскопии тонких фольг (прибор JEM-2100F, JEOL, Япония), позволяющей изучать дефектную субструктуру и фазовый состав, осуществлять высокочувствительное сканирование электронным пучком и выполнять исследование элементного состава фольги методом энергодисперсионного анализа рентгеновского излучения.

Металлографический анализ структуры доэвтектического сплава Al–11%Si показал, что материал преимущественно состоит из зерен твердого раствора Al. Вдоль границ зерен и в стыках границ зерен алюминия располагаются зерна эвтектики. Размер зерен алюминия варьируется в пределах 25–100 мкм, размер зерен эвтектики Al–Si изменяется в пределах 10–30 мкм. Методом оптической микроскопии было обнаружено, что структура сплава Al–20%Si заэвтектического состава в исходном состоянии характеризуется наличием включений первичного кремния (размером до 120 мкм) преимущественно пластинчатой формы. Наряду с пластинами кремния выявляется эвтектика. Недостатком заэвтектического сплава системы Al–Si в литом состоянии является наличие пор микронных и субмикронных размеров.

Изображение структуры сплавов после электровзрывного легирования представлено на рис. 1. При анализе структуры сплава Al–11%Si методом оптической микроскопии выявлено формирование многослойной структуры, состоящей из высокопористого покрытия, неоднородного по толщине (1), слоя жидкофазного легирования (2) и слоя термического влияния (3) (рис. 1, а). В структуре сплава Al–20%Si обнаружено отсутствие слоя жидкофазного легирования (2) и слоя термического влияния (3) (рис. 1, б). Для доэвтектического сплава Al–11%Si толщина модифицированного слоя изменяется в пределах 33–60 мкм, а для сплава заэвтектического состава Al–20%Si она составляет 20–100 мкм.

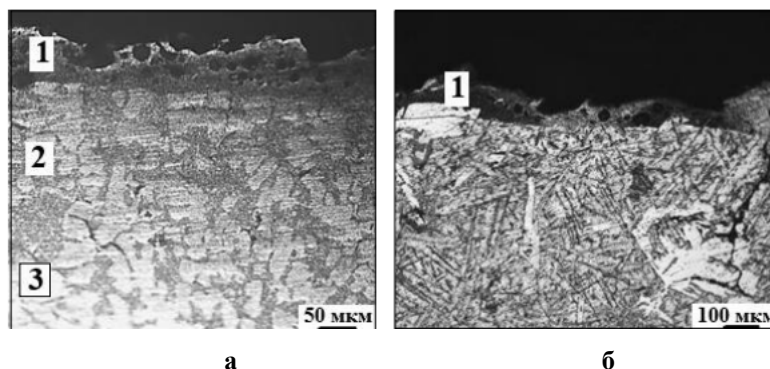


рис. 1 Оптическая микроскопия профиля поверхности образцов сплавов Al–11%Si (а) и Al–20%Si (б)

Характерное электронно-микроскопическое изображение структуры поверхности силумина Al–11%Si, подвергнутого комплексной обработке, приведено на рис. 2. Отчетливо видно, что в результате комплексной обработки формируется рельефная поверхность, содержащая области, различающиеся контрастом (рис. 2, а). Последнее может указывать на неоднородность элементного состава поверхностного слоя материала. Формирующийся поверхностный слой имеет субмикрокристаллическую структуру, размеры кристаллитов которой не превышают 1 мкм (рис. 2, б).

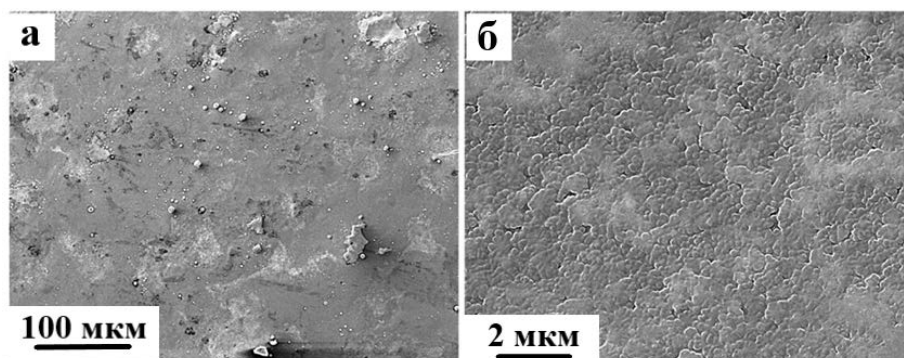


рис. 2 Структура модифицированной поверхности силумина Al-11%Si

Анализируя результаты, исследования поперечных шлифов, представленные на рис. 3, можно отметить, что толщина модифицированного слоя изменяется в пределах от 45 мкм до 80 мкм. Модифицированный слой имеет субмикро, нанокристаллическую структуру и свободен от включений кремния и интерметаллидов, присутствующих в исследуемом материале.

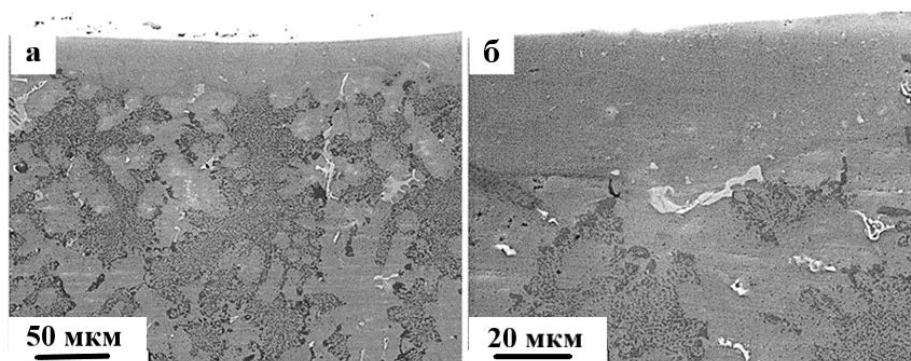


рис. 2 Характерное электронно-микроскопическое изображение структуры поперечного шлифа силумина Al-11%Si, подвергнутого комплексной обработке

Использование методов просвечивающей электронной дифракционной микроскопии позволило обнаружить формирование в модифицированном слое градиентной субмикро-наноразмерной структуры, характерное изображение которой приведено на рис. 3. Установлено, что модифицированный слой толщиной до 70 мкм имеет структуру высокоскоростной ячеистой кристаллизации. Размеры ячеек имеют диапазон от 0,5 мкм до 1,2 мкм. Ячейки разделены прослойками второй фазы (рис. 3, б). В структуре поверхностного слоя присутствуют включения ограниченной формы (рис. 3, а, включения темного цвета), размеры которых изменяются в пределах от 0,4 мкм до 0,8 мкм. Относительное содержание таких включений снижается по мере удаления от поверхности модифицирования.

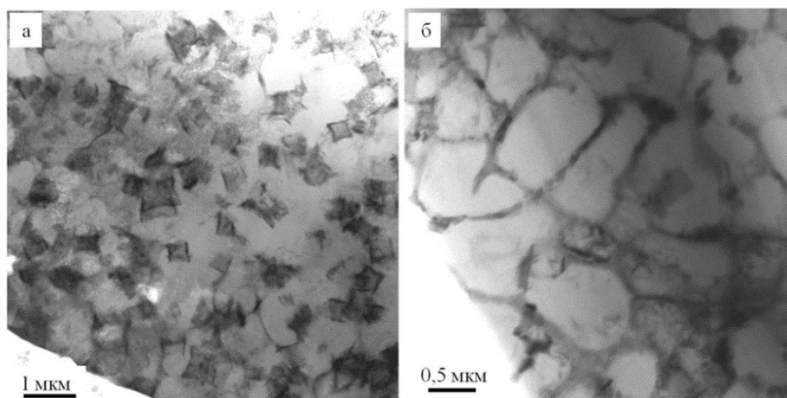


рис. 3 Электронно-микроскопическое изображение структуры силумина Al-11%Si, подвергнутого комплексной обработке (а – структура поверхностного слоя; б – структура слоя, расположенного на глубине (20-30) мкм)

Морфологию модифицированного слоя сплава Al-20%Si изучали методами просвечивающей электронной микроскопии фольг, приготовленных из пластинок, вырезанных из объемных образцов

перпендикулярно поверхности обработки. На рис. 4 приведено характерное изображение структуры слоя, формирующегося при комплексной обработке. Установлено, что независимо от режима модифицирования формируется многослойная структура: поверхностный слой (рис. 4, а, слой I) и промежуточный слой (рис. 4, а, слой II).

Поверхностный слой I сформирован частицами округлой формы, размеры которых изменяются в пределах $\approx 10\text{--}20\text{ нм}$ (рис. 4, б). Толщина данного слоя изменяется в пределах $\sim 1\text{ мкм}$. Можно предположить, что данные частицы являются порошком оксида иттрия или порошком оксида иттрия, модифицированным в результате взаимодействия с расплавленным поверхностным слоем подложки. Промежуточный слой (слой II) имеет структуру высокоскоростной ячеистой кристаллизации, характерной для структуры силумина, обработанного импульсным электронным пучком в режиме плавления поверхностного слоя. Данный слой характеризуется присутствием включений глобулярной формы, которые сформированы наноразмерными округлыми частицами (рис. 4, в). Можно предположить, что данные включения являются конгломератами частиц оксида иттрия. Толщина данного слоя составляет $30\text{--}40\text{ мкм}$ и увеличивается с ростом плотности энергии пучка электронов.

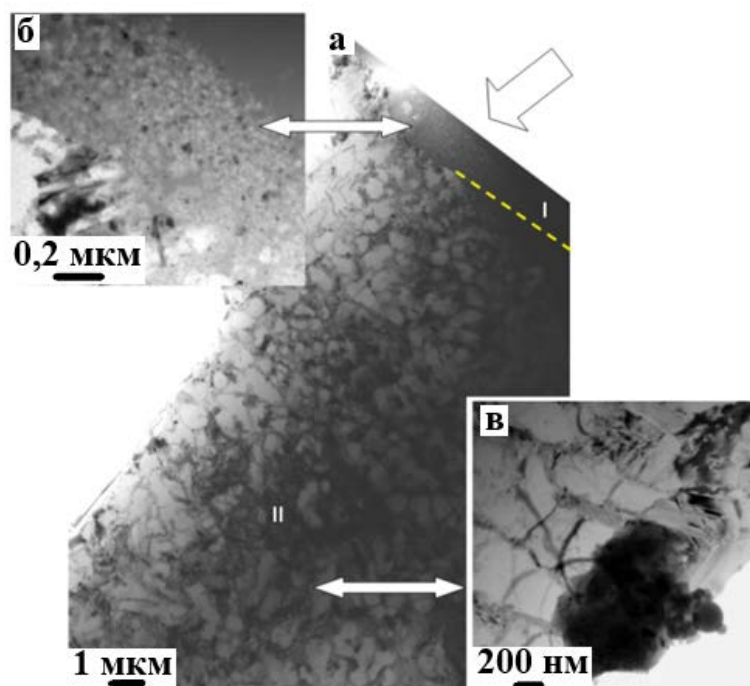


рис. 4 Структура поверхностного слоя сплава Al-20%Si, модифицированного комплексным методом

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-29- 00665,

<https://rscf.ru/project/24-29-00665/>

Список источников

1. Sigworth G.K., Campbell J., Jorstad J. The modification of Al-Si casting alloys: important practical and theoretical aspects // *International Journal of Metalcasting*. 2009. Vol. 3. № 1. P. 65–78..
2. Kaufman J.G., Rooy E.L. *Aluminum Alloy Castings: Properties, Processes, and Applications*. 2004. 340 p.
3. Bagautdinov A.Y., Budovskikh E.A., Ivanov Y., Gromov V.E. *Physical Fundamentals of Electroexplosion Alloying of Metals and Alloys*, Pub. center SibSIU, Novokuznetsk, 2007.
4. Rong W., Hongyang C., Jiayue H., Hongfei J. Effect of the continuous electron beam process treatment in the surface modification of T10 steel // *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. B*. 2018. Vol. 436. P. 29–34.
5. Hangyu Y., Yuyong C., Xiaopeng W., Fantao K. Effect of beam current on microstructure, phase, grain characteristic and mechanical properties of Ti-47Al-2Cr-2Nb alloy fabricated by selective electron beam melting // *J. Alloys Compd.* 2018. Vol. 750. P. 617–625.

ТЕРМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ COCRFEMNNI: СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ТЕРМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА (ДТА)

Шуберт Анна Владиславовна

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Коновалов Сергей Валерьевич, д.т.н.

shubert-anna@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются результаты дифференциального термического анализа (ДТА) двух сплавов системы CoCrFeMnNi с различными содержаниями железа (Fe) и марганца (Mn). Сплавы 20Co20Cr30Fe10Mn20Ni и 20Co20Cr10Fe30Mn20Ni исследованы с целью изучения их термических свойств, таких как температуры начала плавления, процессы гомогенизации и испарения, а также охлаждение и затвердевание. Результаты показали значительные различия в температурных характеристиках фазовых переходов, что связано с изменениями в процентном составе элементов. Сплав с более высоким содержанием марганца (20Co20Cr30Fe10Mn20Ni) обладает более высокой температурой начала плавления и гомогенизации, в то время как сплав с высоким содержанием железа (20Co20Cr10Fe30Mn20Ni) демонстрирует более низкие температуры плавления и признаки испарения компонентов. Эти данные могут быть полезны при выборе оптимальных составов для высокотемпературных и криогенных приложений.

Ключевые слова: дифференциальный термический анализ, фазовые переходы, сплавы CoCrFeMnNi, температура плавления, гомогенизация, испарение компонентов, термические свойства, материалы для высоких температур.

THERMAL PROPERTIES AND PHASE TRANSITIONS OF COCRFEMNNI ALLOYS: A COMPARATIVE STUDY USING DIFFERENTIAL THERMAL ANALYSIS (DTA)

Shubert A. V., Siberian State Industrial University

Konovalov S. V., Doctor of Technical Sciences, Siberian State Industrial University

Abstract. This article examines the results of differential thermal analysis (DTA) for two CoCrFeMnNi alloy compositions with different iron (Fe) and manganese (Mn) contents. The alloys 20Co20Cr30Fe10Mn20Ni and 20Co20Cr10Fe30Mn20Ni were studied to explore their thermal properties, including melting onset temperatures, homogenization and evaporation processes, as well as cooling and solidification. The results revealed significant differences in the thermal characteristics of phase transitions, which are associated with changes in the elemental composition. The alloy with a higher manganese content (20Co20Cr30Fe10Mn20Ni) has a higher melting onset temperature and homogenization temperature, while the alloy with higher iron content (20Co20Cr10Fe30Mn20Ni) exhibits lower melting temperatures and signs of component evaporation. These findings may be useful for selecting optimal compositions for high-temperature and cryogenic applications.

Keywords: differential thermal analysis, phase transitions, CoCrFeMnNi alloys, melting temperature, homogenization, component evaporation, thermal properties, high-temperature materials.

Высокоэнтропийные сплавы (ВЭС) состоят из пяти и более элементов в равных или близких концентрациях, что обеспечивает их отличные физико-механические свойства и эксплуатационные характеристики [1-2]. Изучение ВЭС связано с трудностью выбора химических составов, так как комбинация элементов формирует уникальные структуры, но увеличение числа компонентов способствует повышению взаимной растворимости и облегчает образование однофазных твердых растворов [3]. Одним из известных ВЭС является сплав CoCrFeNiMn, известный своей высокой пластичностью при различных температурах, что делает его подходящим для сфер, требующих устойчивости к деформациям [4-6].

Для изучения таких сплавов используется метод дифференциального термического анализа (ДТА), который фиксирует изменения теплового потока при нагреве или охлаждении [7]. ДТА позволяет измерять разницу температур между исследуемым и эталонным образцами, выявляя тепловые эффекты, такие как

плавление, окисление и деструкцию, что помогает оценить теплостойкость материалов [8]. Метод используется для анализа как металлических сплавов, так и органических соединений, например, для оценки термоустойчивости и фазовых переходов [9-11].

Цель данного исследования — изучить термические свойства сплава CoCrFeMnNi методом ДТА, так как он обладает высокой пластичностью и устойчивостью к износу, и активно исследуется в Сибирском государственном индустриальном университете [12-13].

Для проведения дифференциального термического анализа (ДТА) сплавов системы CoCrFeMnNi были использованы два образца с крайними значениями содержания железа (Fe) и марганца (Mn) — 10% и 30%. Содержание хрома (Cr), кобальта (Co) и никеля (Ni) во всех образцах оставалось постоянным и составляло по 20%. Образцы размером около 5×2×2 мм были подготовлены в Научно-производственном центре СибГИУ. Эксперимент проводился на приборе Setaram LabSys, который фиксирует температуру и тепловой поток одновременно. Нагрев осуществлялся с контролируемой скоростью 20 °C/мин, а максимальная температура достигала 1550 °C. Чтобы избежать окисления и обеспечить точность данных, исследование выполнялось в атмосфере инертного аргона.

Исследование было направлено на определение фазовых переходов, таких как плавление и кристаллизация. Все наблюдения, включая нечеткие результаты, были задокументированы для дальнейшего анализа.

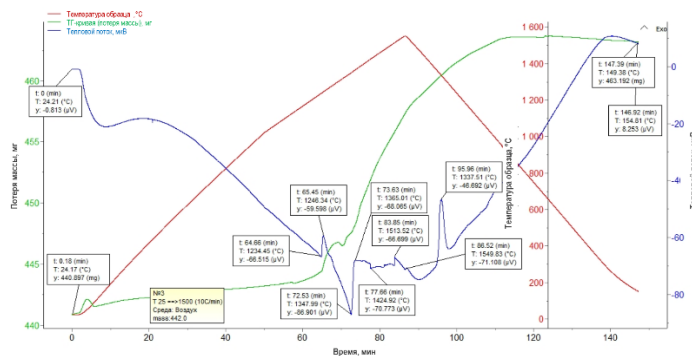


рис.1 Результаты дифференциального термического анализа сплава 20Co20Cr30Fe10Mn20Ni

Дифференциальный термический анализ сплава 20Co20Cr30Fe10Mn20Ni демонстрирует характерные термические процессы при нагреве. Начиная с комнатной температуры (24°C), на 64-й минуте наблюдается резкий рост теплового потока при температуре 1234°C, что свидетельствует о начале частичного плавления материала. Следующий спад на графике указывает на завершение данного фазового перехода. На 72-й минуте при температуре 1347°C фиксируется минимальная точка, что отражает полный процесс плавления. Повышение теплового потока на 73-й минуте при 1365°C, вероятно, связано с процессами гомогенизации расплава. До 96-й минуты отмечаются колебания теплового потока, а затем резкое увеличение, что может быть обусловлено микроизменениями в структуре материала. Финальное охлаждение и затвердевание завершаются на 147-й минуте при 150°C.

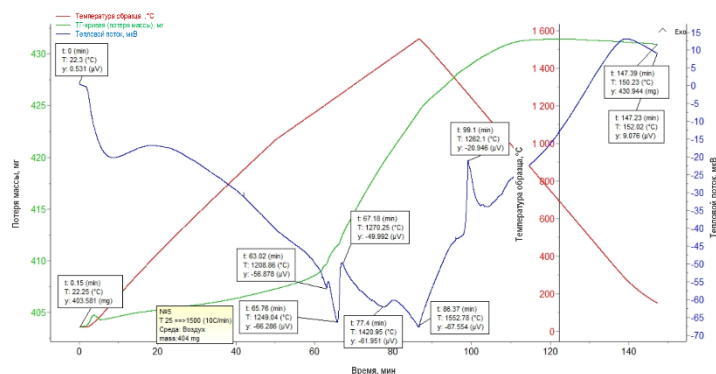


рис.2 Результаты дифференциального термического анализа сплава 20Co20Cr10Fe30Mn20Ni

Дифференциальный термический анализ сплава 20Co20Cr10Fe30Mn20Ni выявил последовательность тепловых процессов. График демонстрирует плавное снижение с начальной температуры 22°C, что связано с поглощением тепла. На 63-й минуте фиксируется скачок, вызванный перераспределением элементов, а на 65-й

минуте при температуре 1249°C начинается процесс плавления. Резкий рост на 67-й минуте при 1270°C свидетельствует об активных фазовых превращениях. Основное плавление завершается на 86-й минуте при 1553°C. Далее, на 99-й минуте при 1262°C наблюдается резкое снижение теплового потока, вероятно, из-за испарения отдельных компонентов. К 147-й минуте при температуре 150°C завершается охлаждение, сопровождающееся затвердеванием сплава.

По результатам ДТА анализа можно отметить, что разное процентное содержание элементов сплава оказывает значительное влияние на термические процессы, протекающие при его нагреве. Это влияние проявляется в изменении температуры начала плавления, скорости фазовых переходов, а также в характере температурных изменений на разных этапах анализа. Сплав 20Co20Cr30Fe10Mn20Ni имеет более высокую температуру начала плавления и гомогенизации, что может быть связано с более сложной химической структурой и распределением элементов. Сплав 20Co20Cr10Fe30Mn20Ni, в свою очередь, плавится при более низких температурах и демонстрирует процесс испарения компонентов, что может быть связано с повышенным содержанием железа и более низкой термостойкостью.

Список источников

1. Yeh J.-W. Alloy Design Strategies and Future Trends in High-Entropy Alloys//JOM. 65 545 (2013) 1759–1771. <https://doi.org/10.1007/s11837-013-0761-6>.
2. George E.P., Raabe D., Ritchie R.O. Highentropy alloys// Nat. Rev. Mater. 4 (2019) P. 515–534. <https://doi.org/10.1038/s41578-019-0121-4>. 551.
3. Розачев, А. С. Структура, стабильность и свойства высокоэнтروпийных сплавов / А. С. Розачев // Физика металлов и материаловедение. – 2020. – Т. 121, № 8. – С. 807–841. – DOI 10.31857/S0015323020080094. – EDN REFBUL.
4. Cantor B. Multicomponent high-entropy Cantor alloys // Progress in Materials Science. – 2021. – Vol. 120. – P. 1–36. – DOI: 10.1016/j.pmatsci.2020.100754.
5. Nanomechanical behavior of CoCrFeMnNi high-entropy alloy / S. Mridha, S. Das, S. Aouadi, S. Mukherjee, R.S. Mishra // JOM Journal of the Minerals Metals and Materials Society. – 2015. – Vol. 67, iss. 10. – P. 2296–2302. – DOI: 10.1007/s11837-015-1566-6.
6. Zaddach A.J., Scattergood R.O., Koch C.C. Tensile properties of low-stacking fault energy highentropy alloys // Materials Science and Engineering:A. – 2015. – Vol. 636. – P. 373–378. – DOI: 10.1016/j.msea.2015.03.109.
7. Мощенский Ю. В. Метод моделей в дифференциальном термическом анализе // Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. Сер.: Физ.-мат. науки. 2001. №12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metod-modeley-v-differentsialnom-termicheskom-analize>
8. Егунов, В. П. Введение в термический анализ / В. П. Егунов. – Самара : ПО «СамВен», 1996. – 270 с. – EDN TOPBCX.
9. Яняк, С. В. Исследование теплостойкости твердых сплавов методом дифференциального термического анализа / С. В. Яняк, И. И. Комиссарова // Вестник Вологодского государственного университета. Серия: Технические науки. – 2021. – № 1(11). – С. 27–31. – EDN KTAEDN.
10. Куликов, М. А. Исследование свойств замещенных алкилстирилкетонеров и их азометиновых производных методом дифференциального термического анализа / М. А. Куликов // Вестник Технологического университета. – 2019. – Т. 22, № 12. – С. 12–14. – EDN QVPFLP.
11. Исследование гидросиликатов цемента модифицированных изомерными дисахаридами методом дифференциального термического анализа / Е. А. Шошин, Ю. Г. Иващенко, А. В. Поляков, В. М. Буланов // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2017. – № 1(39). – С. 244–249. – EDN YIOAZX.
12. Дробышев, В. К. Механические свойства и микроструктура сплавов системы CoCrFeMnNi / В. К. Дробышев, И. А. Панченко, С. В. Коновалов // Ползуновский вестник. – 2024. – № 2. – С. 249–254. – DOI 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.02.033. – EDN OIJRHK.
13. Первопринципное исследование стабильности высокоэнтропийных сплавов CoCrFe40-xMnxNi (x = 5, 10, 15, 20) / К. А. Осинцев, В. С. Панова, В. А. Кузнецова [и др.] // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. – 2023. – Т. 20, № 4. – С. 508–514. – DOI 10.25712/ASTU.1811-1416.2023.04.010. – EDN JINQGC.

**СЕКЦИЯ 19. БЕРЕЖЛИВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ,
ПРОИЗВОДСТВЕ**

БЕРЕЖЛИВОЕ УПРАВЛЕНИЕ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ: ПОДХОДЫ И ВНЕДРЕНИЕ РЕШЕНИЙ

Беспалов Максим Романович,

Пономарева Кира Валерьевна, Тагильцев-Галета Константин Валерьевич, Швец Станислав Сергеевич

Сибирский государственный индустриальный университет

bespalov_mr@mail.ru

Аннотация. В статье исследуются управленческие решения в условиях хаоса, которые характеризуются нелинейностью и системностью. Для оценки их эффективности используются KPI, но важно учитывать возможные противодействия, такие как инертность коллектива. Описываются модели Лотки-Вольтерры и Энона для анализа последствий решений. На примере внедрения ограничительных мер в промышленном рыболовстве сельди тихоокеанской в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в 2024 году показано, что ошибки могут привести к хаосу. Это подчеркивает важность гибкости и адаптивности подходов, характерных для принципов бережливого производства.

Ключевые слова: бережливое производство, управленческие решения, теория хаоса, неопределенность, менеджмент, экология.

LEAN MANAGEMENT UNDER UNCERTAINTY: APPROACHES AND IMPLEMENTATION OF SOLUTIONS

Bespalov M. R., Ponomareva K. V., Tagiltsev-Galeta K. V., Shvets S. S., Siberian State Industrial University

Abstract. The article examines management decisions in chaotic conditions characterized by nonlinearity and systematicity. KPIs are used to assess their effectiveness, but it is important to take into account possible counteractions, such as team inertia. The Lotka-Volterra and Enon models for analyzing the consequences of decisions are described. Using the example of introducing restrictive measures in industrial Pacific herring fishing in the Far Eastern fishery basin in 2024, it is shown that errors can lead to chaos. This emphasizes the importance of flexibility and adaptability of approaches characteristic of lean manufacturing principles.

Keywords: lean manufacturing, management decisions, chaos theory, uncertainty, management, ecology.

Управление в социальных системах представляет собой многоуровневый процесс по причине слабой оценки взаимосвязанности компонентов такой системы. Исследование управления в социальных системах является значительным вызовом для ученых и практиков, поскольку подобные системы обусловлены трудной и динамичной спецификой. Благодаря слабой оценке взаимосвязанности компонентов в таких системах, управление может оказаться высоко нестабильным и подверженным многочисленным внешним и внутренним воздействиям. В силу этого традиционные методы и модели управления становятся недостаточными и требуют новых подходов. Таким перспективным подходом исследования и анализа социальных систем является применение теории хаоса.

Теория хаоса охватывает нелинейные и изменчивые процессы, которые занимают важное место во многих физических и биологических системах. Применение этой теории к социальным системам может помочь идентифицировать и интерпретировать затруднительные взаимодействия и эмергентные (хаотичные) поведенческие реакции в таких системах. Основной принцип теории хаоса содержится в том, что даже в абсолютно детерминированных (определенных) системах минимальные корректировки при первичных данных в состоянии повлечь за собой серьезные последствия в продолжительном поведении системы. Из этого следует, что даже незначительные нелинейные взаимодействия между компонентами социальной системы влекут за собой хаотичные и непредсказуемые результаты. Применение статистических методов и алгоритмов анализа данных позволяет исследователям уловить хаотическую структуру и динамику социальных систем.

Анализируя большие объемы данных и выявляя скрытые связи и закономерности, ученые могут строить модели, которые отражают хаотическое поведение в таких системах. Тем не менее, исследования в области управленческих решений с применением теории хаоса играют серьезную роль в повышении уровня наших знаний о сложных динамических системах. Осознание характеристик и особенностей социальных структур, базирующееся на статистических закономерностях и принципах хаоса, может в дальнейшем дать толчок для разработки более эффективных и гибких управляющих структур, способных адаптироваться к изменяющемуся

окружению и справляться с неопределенностью в социальных системах. Управляющие структуры в социальных системах должны учитывать хаотичность поведения отдельных компонентов, а, следовательно, базироваться на статистических закономерностях взаимодействующих объектов. Подобным методом описания таких взаимодействий считается теория хаоса.

Неопределенность представляет собой ограниченность и неточность информации о факторах, влияющих на реализацию управленческого решения. Она возникает в случаях, когда данные не полные или недостаточно точные, а также при воздействии случайных факторов или противодействии. Следовательно, принятие решения в условиях неопределенности (риска) подразумевает выбор варианта, при котором определенные действия могут иметь множество различных результатов, но их вероятности полностью неизвестны или не имеют существенного значения. Условия неопределенности в момент управленческих решений обусловлены отсутствием необходимого количества исходных данных для оптимальной организации действий. Неполнота и искаженность данных об объективных процессах и экономическом поведении усиливают влияние эффекта неопределенности.

Внедрение управленческих решений в условиях риска (неопределенности) заключается в выявлении проблемных ситуаций. Подобной проблемной ситуацией становится неопределенность природных и социальных последствий неограниченного вылова рыбы в бассейне Тихого океана. Одним из средств урегулирования этой неопределенности стал законопроект «Об установлении ограничения промышленного рыболовства сельди тихоокеанской в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в 2024 году» (приказ Минсельхоза России от 11.12.2023 № 904).

Для анализа неопределенностей природных и социальных последствий неограниченного вылова рыбы в бассейне Тихого океана использовалась диаграмма Исикавы (рис. 1). Она позволила выявить основные причины чрезмерного вылова, такие как экономические интересы, недостаток регулирования, рост спроса на морепродукты, изменение климата, нерациональное использование ресурсов и социальные аспекты. Анализ показал, что проблема носит комплексный характер и требует комплексного подхода к ее решению, включая регулирование рыболовства и повышение экологической осведомленности.

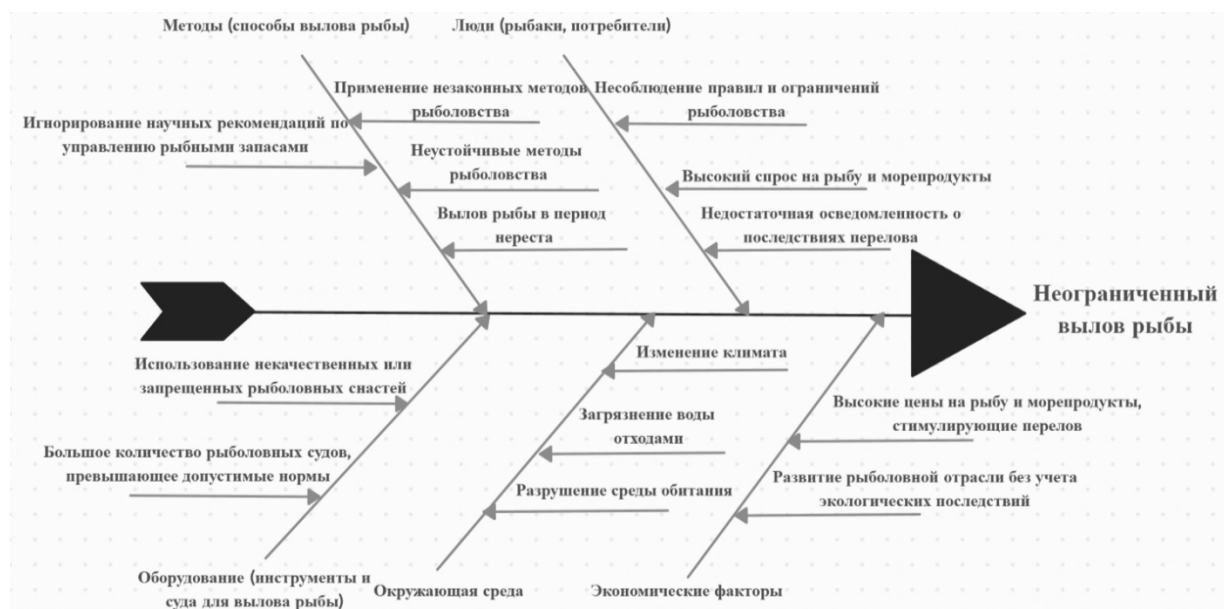


Рис. 1 Диаграмма Исикавы, иллюстрирующая причины чрезмерного вылова рыбы в бассейне Тихого океана

Рассмотрим ситуацию вылова сельди в модели Лотки-Вольтерры. Расчетные значения взяты из открытых статистических данных. Воспользуемся моделью Лотки-Вольтерры (рис. 2).

1	Модель «Хищник-жертва»										
2											
3	Исходные данные. Жертвы						Исходные данные. Хищники				
4	401	начальная численность популяции				101	начальная численность популяции				
5	0,72	коэффициент естественного прироста				0,22	коэффициент смертности от конкуренции				
6	0,000093	коэффициент смертности от конкуренции				0,0002	коэффициент прироста за счет жертв				
7	0,0034	коэффициент смертности от хищников									
8											
9	Расчетная таблица										
10	Время	Жертвы	Хищники								
11	0	401,0000	101,0000								
12	1	537,0621	86,8802								
13	2	738,2781	77,0986								
14	3	1025,6196	71,5209								
15	4	1416,8384	70,4570								
16	5	1910,8620	74,9217								
17	6	2460,3422	87,0719								
18	7	2940,4626	110,7614								
19	8	3146,1427	151,5318								
20	9	2869,9128	213,5430								
21	10	2086,5755	289,1335								
22	11	1132,7905	346,1839								
23	12	495,7377	348,4542								
24	13	242,4911	306,3427								
25	14	159,0458	253,8044								
26	15	136,9602	206,0407								

Рис. 2 Исходные данные для построения модели «Хищник-жертва»

На основе представленных данных построим график. Графическое изображение ограничения вылова рыбы (сельди) представлено на рисунке (рис. 3).

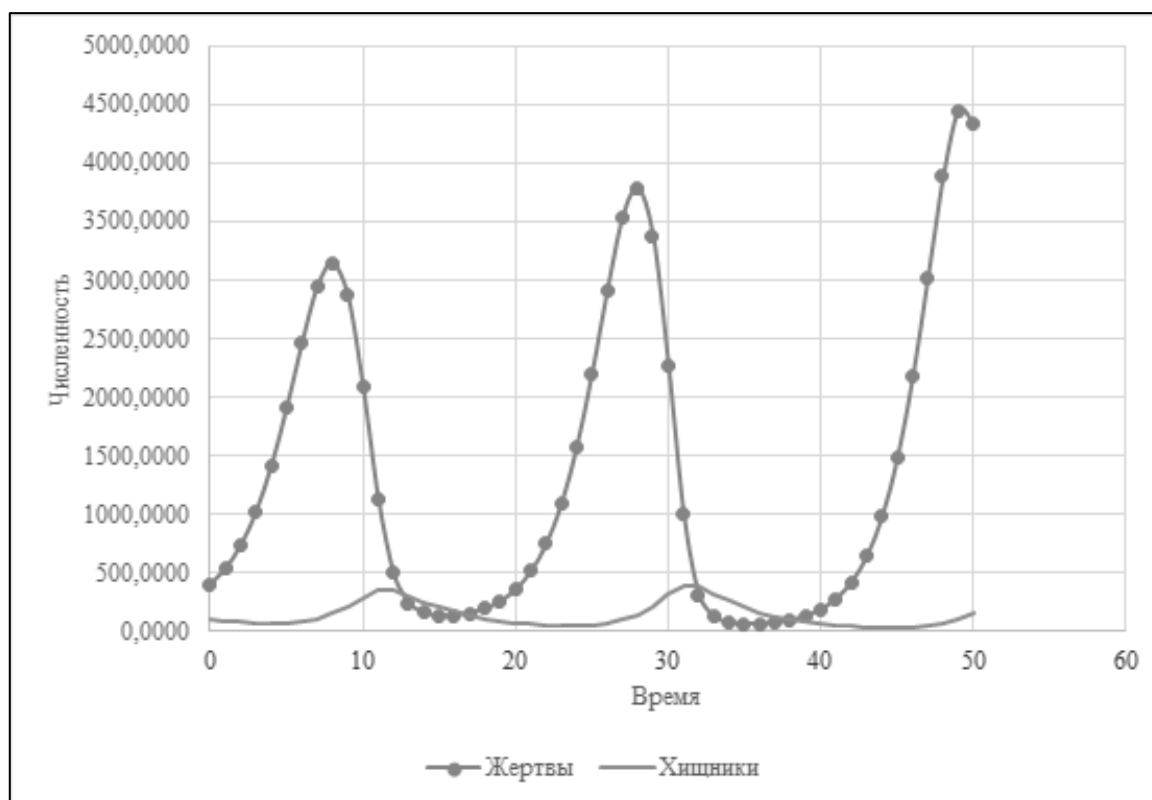


Рис. 3 Модель «Хищник-жертва» ограничения вылова рыбы (сельди)

Исходя из графика можно сделать вывод о том, что существует возможность увеличения ОДУ (общий допустимый улов) в ближайшие 10 лет, но это будет производиться с потерей в ближайшее время (5 лет) до 25% флота, что ведет к потере рабочих мест.

Также поддержание экологического баланса в рыболовстве имеет решающее значение для сохранения численности рыбы и обеспечения устойчивых уловов в долгосрочной перспективе. Неустойчивые методы

рыболовства, такие как чрезмерный вылов, разрушение среды обитания и загрязнение, могут серьезно истощить рыбные запасы и поставить под угрозу морские экосистемы. Поддержание здоровой экологии в рыболовстве влечет за собой внедрение ответственных методов управления, таких как квоты на вылов, морские заповедные зоны и меры по защите нецелевых видов. Эти меры помогают гарантировать, что рыбные запасы будут устойчивыми и могут продолжать поддерживать рыболовство и обеспечивать продовольственную безопасность для будущих поколений.

Таким образом, результаты исследований показывают необходимость тщательного балансирования способов контроля и регулирования в рыболовстве. Несомненно, охрана рыбных ресурсов и сохранение их устойчивости являются критически важными задачами. Однако, при принятии решений о введении ограничений вылова, следует учесть потенциальные негативные последствия, чтобы избежать усиления проблемного состояния рыбного промысла. Для более детального анализа управленческих решений возможно воспользоваться диаграммой «Почему – Почему», которая является разновидностью причинно-следственной диаграммы (диаграммы Исикавы).

Для устранения таких негативных последствий необходимо уделить особое внимание разработке и внедрению комплексных управленческих решений. Такие решения должны основываться на системном подходе, учитывать разнообразие факторов и интересов заинтересованных сторон, а также ориентироваться на долгосрочную устойчивость и экологическую целесообразность.

Таким образом, теория хаоса изучает сложные системы, поведение которых кажется случайным, но при этом подчиняется определенным закономерностям. Одним из классических примеров применения теории хаоса является модель Лотки-Вольтерры, описывающая динамику взаимодействующих популяций хищников и жертв. Эта модель демонстрирует, как небольшие изменения начальных условий могут привести к значительным различиям в поведении системы через некоторое время.

Бережливое производство, в свою очередь, фокусируется на минимизации потерь и оптимизации производственных процессов. В контексте бережливого производства теория хаоса и модель Лотки-Вольтерры могут быть применены для анализа сложных систем взаимодействия между различными элементами производственного процесса. Например, можно исследовать, как незначительные изменения в одном из этапов производства влияют на общий результат. Это позволяет лучше понять возможные риски и разработать стратегии для предотвращения нежелательных эффектов.

Соответственно, интеграция теории хаоса и модели Лотки-Вольтерры в принципы бережливого производства способствует более глубокому пониманию динамических процессов внутри организации и помогает принимать обоснованные решения для повышения эффективности и устойчивости бизнеса.

Например, инструмент бережливого производства «Зонтик Кайдзен» представляет собой подход, который направлен на непрерывное улучшение работы компании. Он включает в себя несколько ключевых методик, таких как система предложений, повышение качества, дисциплина на рабочем месте и стандартизированная работа (рис. 4). Эти методы тесно связаны с концепцией кайдзен, которая предполагает постоянное совершенствование процессов и культуры труда. Однако Кайдзен – это целая система, которая словно «зонтик» вмещает в себя многие практики, направленные на улучшения: «Точно-вовремя», «Канбан» и др.



Рис. 4 Интеграция инструментов зонтика Кайдзен с теорией хаоса

Применение теории хаоса и модели Лотки-Вольтерры в рамках концепции кайдзен и инструмента «Зонтик Кайдзен» может способствовать лучшему пониманию динамики изменений в производственной системе. Например, модель Лотки-Вольтерры может использоваться для моделирования взаимоотношений

между различными процессами и участниками рабочего коллектива, позволяя предсказать последствия тех или иных изменений, как это показано в примере с ситуацией вылова рыбы.

Система предложений, являющаяся частью «Зонтика Кайдзен», стимулирует сотрудников предлагать идеи для улучшения рабочих процессов. Теория хаоса может помочь оценить потенциальные эффекты этих предложений, показывая, как даже небольшие изменения могут существенно повлиять на общую производительность.

Повышение качества также связано с теорией хаоса, поскольку она помогает идентифицировать критические точки в процессе, где малейшие отклонения могут привести к значительному ухудшению конечного продукта. Дисциплина на рабочем месте и стандартизированная работа обеспечивают стабильность и предсказуемость процессов, что снижает вероятность возникновения хаотических состояний.

Таким образом, интеграция теории хаоса и модели Лотки-Вольтерры в концепцию кайдзен и инструмент «Зонтик Кайдзен» позволяет глубже понимать процессы и улучшать их эффективность, обеспечивая стабильное и качественное функционирование всей производственной системы.

Список источников:

1. «Об установлении ограничения промышленного рыболовства сельди тихоокеанской в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в 2024 году» Приказ Минсельхоза России от 11 декабря 2023 г. № 904 (Зарегистрировано в Минюсте России 25.12.2023 № 76582) // КонсультантПлюс.
2. Берег мертвой рыбы: почему у Сахалина сельдь гибнет тоннами // МИР24 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://goo.su/Tkuh4HO> (дата обращения: 20.12.2024).
3. В Минсельхозе оценили объемы строительства рыбопромыслового флота // Ведомости / сост.: И. Гресева, [2023]. Дата обновления: 20.10.2023. URL: <https://clck.ru/3ArNoH> (дата обращения: 20.12.2024).
4. Вылов сельди на Дальнем Востоке запретят до конца 2024 года // Рамблер [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://clck.ru/3ArNhD> (дата обращения: 20.12.2024).
5. На Дальнем Востоке на промысле работает более 100 рыболовецких судов // Дзен. Медиапалуба [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://clck.ru/3ArNkf> (дата обращения: 20.12.2024).
6. Общий допустимый улов водных биологических ресурсов во внутренних морских водах Российской Федерации, территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации и в исключительной экономической зоне Российской Федерации, в Каспийском море, а также в озере Байкал с впадающими реками, на 2023 год в сравнении с 2022 годом // Официальный сайт Администрации Советско-Гаванского муниципального района Хабаровского края [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://clck.ru/3ArNGS> (дата обращения: 20.12.2024).
7. Пономарева К.В., Беспалов М.Р., Швец С.С. Анализ бизнес-процесса «Движение общественного транспорта по маршруту» // Актуальные проблемы транспорта в XXI веке. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2023. – С. 260-265.
8. Сельдь тихоокеанская // BIODAT [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://goo.su/zaXG> (дата обращения: 20.12.2024).

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*Близнюк Татьяна Борисовна,
Плотникова Инна Васильевна*

*Томский политехнический университет
tbb2@tpu.ru*

Аннотация. Концепции бережливого производства устраняют расточительные методы, обеспечивая при этом соотношение цена-качество. Бережливое производство непосредственно способствует этому, благодаря различным инструментам и методам. В работе продемонстрированы принципы бережливого производства для повышения качества продукции.

Ключевые слова: бережливое производство, анализ, улучшение, качество, производительность.

APPLICATION OF LEAN PRODUCTION METHODS IN THE FOOD INDUSTRY

Bliznuk T.B., Plotnikova I.V., Tomsk Polytechnic University

Abstract. Lean manufacturing concepts eliminate wasteful methods while providing value for money. Lean manufacturing directly contributes to this, thanks to various tools and methods. The paper demonstrates the principles of lean manufacturing to improve product quality.

Keywords: lean manufacturing, analysis, process, improvement, quality, productivity.

В условиях современного производства повышение производительности труда является одной из ключевых задач, стоящих перед промышленными предприятиями [1]. Это связано с необходимостью обеспечения высокого качества предоставляемых услуг, эффективного использования ресурсов и улучшения общего уровня обслуживания клиентов [2,3]. Применение методов бережливого производства [4] становится важным инструментом для достижения этих целей [5, 6]. Задача бережливого производства – проектирование и внедрение производственной линии, способной изготавливать разные виды продуктов ровно за то время, которое действительно необходимо для их производства [7,8].

Рассмотрим применение технологии бережливого производства на одном из предприятий пищевой промышленности Томской области. На предприятии методы бережливого производства используются с самого начала технологических процессов. Например, на начальном этапе изготовления готовой продукции происходит подготовка сырья и материалов. По заявке мастера сырье и вспомогательные материалы завозят в цех для дальнейшего использования. Ранее сырье и материалы на участке завоза сырья располагались в хаотичном порядке. Сотрудники сталкивались с проблемой невозможного прохода между коробками, паллетами, ведрами и т.п.

Решением данной проблемы стало применение метода 5s (2s - seiton - размещение всего необходимого для работы на конкретных местах) [9, 10].

На полу произвели разметку для размещения поддонов с сырьем и вспомогательными материалами. Теперь грузчики завозят в цех сырье и материалы строго по линиям разметки, что позволяет легко пройти между рядами, найти и достать все необходимое. Такое решение позволило сократить время на поиски и проверку ввезенного сырья и материалов, соответственно, исключаются ошибки завоза не того сырья (*рис.1*), к примеру, заказ поступил на клубнику, а привезли вишню.

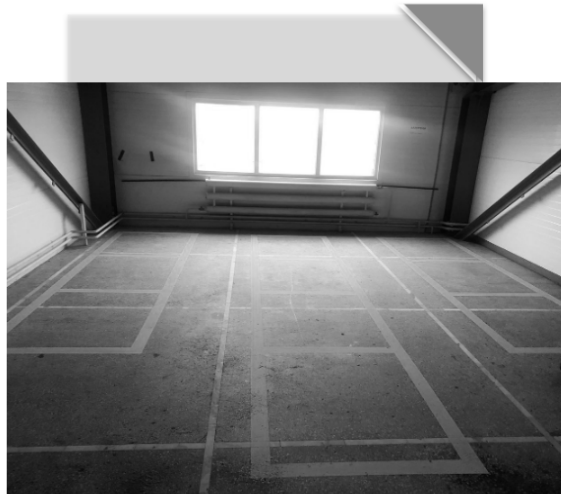


рис.1 Результаты внедрения 5s (до-после)

Помимо этого, внедрение 5s затронуло и цеха промпереработки. На этапе процесса изготовления готовой продукции (а именно «розлив готовой продукции») продукт разливался в ведра, при этом он разбрызгивался на стены помещения и на оператора розлива. Также оператору приходилось снимать ведро с налитой продукцией (22 кг) с весов и ставить его на табурет, стоящий рядом на полу, завязывать пакет-вкладыш, а после убирать ведро на стеллаж.

Такой режим работы сказывался на здоровье работников (высокая нагрузка на позвоночник и термические ожоги), что приводило к частым уходам сотрудников на больничный, соответственно, руководителю приходилось изменять график работы других сотрудников (вызывать их не в свою смену). Из-за этого на предприятии была текучка кадров, так как не все сотрудники были готовы на такой график работы.

Более того, из-за разбрызгивания продукта на стены, приходилось чаще устраивать санитарные дни, для этого производилась полная остановка производственного процесса, а значит на производстве возникали простои, как следствие - невыполнение плана производства (вид потерь - ожидание).

Было решено в данный процесс внедрить систему 5s, которая позволит избавить сотрудника от перенагрузки и вероятности обжечься от брызг во время процесса.

Механическая служба провела полную реконструкцию рабочего места: удлинили трубу для розлива продукта в ведра (устранили разбрызгивание), а также стол и весы привели к единому уровню, что позволило работнику сдвигать ведро с продуктом в сторону на рабочий стол, уже на столе завязывать пакет-вкладыш и затем убирать ведро на стеллаж. Такая последовательность работ исключила нагрузку на спину работника, работник стал выполнять меньше движений, тем самым уменьшилось время выполнения процесса. Помимо этого, из-за устранения разбрызгивания продукта, теперь санитарные смены проводятся в соответствии с «Графиком санитарных смен» - исключились внеплановые простои.

Дополнительно на данном этапе была произведена уборка рабочего места, а именно стеллажа, где размещались вспомогательные инструменты. Тем самым устранились затраты времени на поиск необходимых для работы вещей, а также исключилась ошибка использования ненадлежащих инструментов (рис.2).

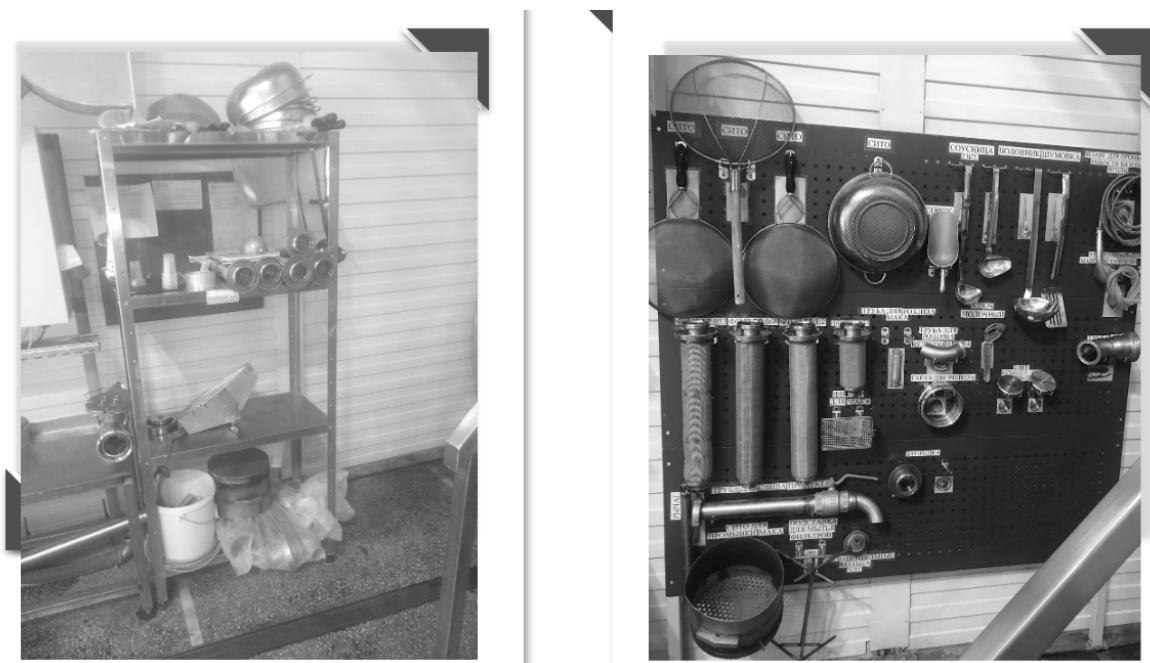


рис. 2 Результат внедрения 5s (до-после)

По подсчетам планово-экономического отдела (ПЭО), после внедрения бережливого производства в процессы предприятия - с 2019 года производительность повысилась на 40%. Таким образом, внедрение системы 5S позволила увеличить производительность труда, создать комфортный климат среди сотрудников и снизить количество допускаемых ошибок.

Опыт внедрения бережливого производства в процессы предприятия пищевой промышленности показал, что внедрение данной концепции приводит к росту производительности труда в подразделениях и в компании в целом, сокращению брака, функционированию оборудования в исправном режиме. Кроме того, бережливое производство позволяет увеличить производительность труда, а это в свою очередь означает увеличение объема продукции или услуг, производимых за единицу времени, при этом, как правило, сохраняя или даже уменьшая затраты на ресурсы, что и является одним из важнейших факторов повышения эффективности предприятия.

Список источников

1. Оно Т. *Производственная система Тойоты. Уходя от массового производства*. М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2005. – 192 с.
2. Болатбекова Д.Г., Плотникова И.В. Современные инструменты для снижения издержек компании // В сборнике: *Актуальные проблемы экономики и управления в XXI веке. Сборник научных статей V Международной научно-практической конференции*. 2019. С. 210-214.
3. Thomas Grunberg *Performance Improvement: Department of Production Engineering Royal Institute of Technology*. Stockholm, Sweden, 2007. – 223 p.
4. Лухвойнен А.В., Филиппович А.В., Юхимец В.И., Александрова В.С., Первухина Е.В. Бережливое производство: понятие, принципы, методы и опыт внедрения // *Вестник Алтайской академии экономики и права*. – 2021. – № 9-2. – С. 154-159. URL: <https://vaael.ru/article/view?id=1853> (дата обращения: 15.01.2025)
5. Давыдова Н.С. *Бережливое производство: монография*. Ижевск, Изд-во Института экономики и управления, ГОУВПО «УдГУ», 2012. – 138с.
6. Давыдова Н.С., Клочков Ю.П. Модель управления внедрением системы «Бережливое производство» на предприятии // *Вестник Удмуртского университета*. 2012. – № 4. – С. 32–35.
7. Левинсон У., Рерик Р. *Бережливое производство: синергетический подход к сокращению потерь*. Пер. с англ. А.Л. Раскина. – М.: Стандарты и качество, 2007. – 271 с.
8. Мирный, В. И., Голубева О. А., Димитров В. П. *Бережливое производство: учебное пособие [Электронный ресурс]*. – Ростов-на-Дону: Донской ГТУ, 2021. – 69 с.
9. Вумек Джеймс. *Бережливое производство: как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании*. Москва: Альпина Паблишер, 2018. – 472 с.
10. Суетина Т.А., Махтеева Е. А. *Lean-программа как способ управления lean-преобразованиями на предприятии // Современные технологии управления*— №12 (24).

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА В ЗДРАВООХРАНЕНИИ

*Ерохина Екатерина Сергеевна,
Плотникова Инна Васильевна*

*Томский политехнический университет
ese7@tpu.ru*

Аннотация. В условиях современного здравоохранения повышение производительности труда является одной из самых главных задач, стоящих перед медицинскими учреждениями. Это связано с необходимостью обеспечения высокого качества медицинских услуг, эффективного использования ресурсов и улучшения общего уровня обслуживания пациентов. В работе приведены факторы, влияющие на производительность труда в здравоохранении, сделаны выводы по их применению.

Ключевые слова: факторы, здравоохранение, качество, улучшение, производительность.

APPLICATION OF LEAN PRODUCTION METHODS IN THE FOOD INDUSTRY

Erokhina E.S., Plotnikova I.V., Tomsk Polytechnic University

Abstract. In the conditions of modern healthcare, increasing labor productivity is one of the most important tasks facing medical institutions. This is due to the need to ensure high quality healthcare services, efficient use of resources and improve the overall level of patient care. The work presents factors influencing labor productivity in healthcare and draws conclusions on their application.

Keywords: factors, healthcare, quality, improvement, productivity.

В современном мире, характеризующемся стремительными технологическими изменениями, глобализацией и растущей конкуренцией, производительность труда является одним из ключевых факторов успеха [1].

Она определяет эффективность работы, уровень прибыльности, конкурентоспособность и, в конечном счете, благосостояние общества [2].

Комплексный подход к оценке производительности труда в здравоохранении необходим для объективной оценки эффективности работы [3-5]. Учет как количественных, так и качественных показателей позволяет получить более полную картину. Необходимо учитывать специфику работы конкретных медицинских специалистов и использовать специализированные индексы. Инновационные подходы, основанные на использовании больших данных, способствуют повышению точности и эффективности оценки. Важно проводить постоянный мониторинг и анализ показателей для выявления проблем и оптимизации работы медицинских организаций.

На производительность труда в здравоохранении влияет достаточно большой ряд факторов, к которым относятся:

На производительность труда в здравоохранении влияют следующие ключевые факторы:

1. Система мотивации персонала.

Стимулирующая система оплаты труда может повышать производительность и качество работы. При формировании зарплатных проектов необходимо учитывать особенности работы, квалификацию и потенциал каждого сотрудника. Оценка обеспеченности персоналом и эффективности работы медицинского учреждения должна основываться на результатах деятельности, уровне заработной платы и производительности труда.

2. Система подбора, развития и обучения персонала.

Эта система определяет профессиональный уровень сотрудников медицинской организации и играет ключевую роль в успехе всего учреждения.

Человеческие ресурсы являются основой любой системы здравоохранения, а их знания, навыки и мотивация непосредственно влияют на производительность. Регулярное обучение и профессиональная переподготовка по актуальным направлениям способствуют росту производительности труда и эффективности управления [6].

3. Рабочая среда и взаимодействие в коллективе.

Качество рабочей среды напрямую влияет на эффективность и результативность труда сотрудников. Оптимальное использование медицинского имущества не только экономит ресурсы, но и повышает производительность труда. Благоприятная атмосфера в коллективе и отсутствие конфликтов положительно сказываются на производительности.

Важно своевременно выявлять и устранять причины конфликтов, чтобы не допустить негативного влияния на производительность.

4. Цифровизация деятельности.

Внедрение современных цифровых технологий безусловно влияет на производительность труда. Примерами могут служить мобильные приложения и искусственный интеллект, который в последнее время занимает лидирующее положение в организации производства.

Опыт показывает, что телемедицинские технологии способствуют оптимизации штата, рациональному использованию ресурсов, а также повышению производительности и качества труда медицинских работников.

5. Система менеджмента качества медицинской помощи.

Внедрение индикаторов качества в медицинской организации. Системы менеджмента качества, включающие в себя индикаторы качества, способствуют повышению производительности труда, причем этот эффект сохраняется на долгосрочной перспективе.

6. Современные технологии управления.

Использование современных производственных технологий, одной из которых является управление, бережливое производство для повышения производительности труда.

Проектное управление позволяет объединить усилия специалистов разных профессий и организаций для решения сложных задач, повышая эффективность работы.

7. Снижение избыточной нагрузки на медицинских работников.

Снижение избыточной нагрузки на врачей не просто повышает комфорт, но и улучшает качество оказываемой медицинской помощи, способствуя повышению производительности труда.

Внедрение комплексных мер, направленных на оптимизацию работы, повышение эффективности и улучшение условий труда врачей, создает более комфортную и продуктивную среду для их работы, что, в свою очередь, положительно влияет на систему здравоохранения в целом.

Более активное сотрудничество врачей со средним медицинским персоналом помогает снизить нагрузку на врачей и улучшить качество медицинской помощи.

8. Внедрение технологии бережливого производства:

Применение принципов бережливого производства способствует повышению производительности труда медицинского персонала и устойчивому развитию медицинской организации [7].

Система бережливого производства фокусируется на повышении удовлетворенности пациентов, сокращении потерь времени и ресурсов, а также улучшении качества предоставляемых услуг [8].

Бережливое производство оптимизирует распределение ресурсов и времени, что позволяет повысить эффективность деятельности медицинской организации [9].

В условиях пациентоцентричного подхода в современном здравоохранении, важную роль играет анализ системы управления взаимодействием с пациентами и ее влияние на производительность труда в медицинской организации (*рис. 1*).



Рис. 1 Факторы, влияющие на производительность труда в здравоохранении

В заключении, изучив аспекты повышения производительности труда, можно с уверенностью утверждать, что это не просто набор инструментов, а фундаментальный принцип для достижения устойчивого успеха в любой сфере деятельности.

Повышение производительности — это не одноразовая акция, а непрерывный процесс, который требует комплексного подхода, охватывающего все аспекты деятельности. В основе повышения производительности лежит мотивация и развитие персонала. Инвестирование в образование, создание благоприятной рабочей среды, предоставление возможностей для роста - ключевые факторы успеха.

Список источников

1. Чечет Д.М., Плотникова И.В. Инновационный метод эффективного управления предприятием // В сб.: Современные технологии в задачах управления, автоматизации и обработки информации Сборник науч. трудов Международной студенческой научно-практической конференции. ЗАО «Университетская книга». - 2017. С. 62-65
2. Болатбекова Д.Г., Плотникова И.В. Современные инструменты для снижения издержек компании // В сборнике: Актуальные проблемы экономики и управления в XXI веке. Сборник научных статей V Международной научно-практической конференции. 2019. С. 210-214.
3. Давыдова Н.С. Бережливое производство: монография. Ижевск, Изд-во Института экономики и управления, ГОУВПО «УдГУ», 2012 – 138с.
4. Бударин С.С. Влияние результатов опроса общественного мнения на оценку эффективности в сфере здравоохранения. В книге: Социология здоровья: на пути к пациентоориентированности. Материалы форума. 2019. С. 17
5. Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ. 28.11.2011. № 48. ст. 6724.
6. Шинкарева Н. В., Кустов Е. В., Ирхина Е. А., Орлов С. А., Горенков Р. В. Инструменты и методы бережливого производства, применяемые на разных этапах жизненного цикла реализации проекта «создание и тиражирование новой модели медицинской организации» // Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н. А. Семашко. 2023. № 2. с. 19—25.
7. Попсуйко А.Н., Бацина Е.А., Макаров С.А., Морозова Е.А., Артамонова Г.В. Факторы производительности труда работников медицинской организации кардиологического профиля. Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика. 2022;(3):160-176.
8. Даниленко М. И. Внедрение бережливых технологий в управление организацией. Journal of Economy and Business. 2020. №7(65). с. 68-73.
9. Лихвойнен А.В., Филиппович А.В., Юхимец В.И., Александрова В.С., Первухина Е.В. Бережливое производство: понятие, принципы, методы и опыт внедрения // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2021. – № 9-2. – С. 154-159. URL: <https://vael.ru/ru/article/view?id=1853> (дата обращения: 15.01.2025)

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПОВ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ В ОБРАЗОВАНИИ

*Матвиенко Михаил Владимирович,
Гайворонская Ксения Николаевна, Руппель Катерина Алексеевна
Томский политехнический университет
mvm32@tpu.ru*

Аннотация. Рассмотрение и применение принципов систем управления производством в образовательном процессе. Использование классификации потерь 3М для дальнейшего внедрения решений уменьшающих вероятность этих самых потерь. Пути для исключения временных потерь, решения при отсутствии мотивации и интереса к предмету или процессу у студентов, а также для учета возможных потерь физического и психоэмоционального здоровья.

Ключевые слова: TPS в образовательном процессе, классификация 3М для потерь в ходе учебного процесса, улучшение образовательного процесса, проблемы образования.

APPLICATION OF THE PRINCIPLES OF PRODUCTION MANAGEMENT SYSTEMS IN EDUCATION

Matvienko M. V., Gayvoronskaya K. N., Ruppel K. A., Tomsk Polytechnic University

Abstract. Consideration and application of the principles of production management systems in the educational process. Using the 3M loss classification to further implement solutions that reduce the probability of losses. Ways to eliminate temporary losses, solutions in the absence of motivation and interest in the subject or process among students, as well as to take into account possible losses of physical and psycho-emotional health.

Keywords: TPS in the educational process, 3M classification for losses during the educational process, improvement of the educational process, problems of education.

Для начала рассмотрим TPS (Toyota Production System) – система управления производством, – которая фокусируется на эффективности, качестве и бережливом производстве. TPS охватывает методы и принципы, которые помогают минимизировать потери, увеличить производительность и улучшить качество продукции или услуг

Когда вы внедряете TPS, первое, что вам необходимо сделать, – это выровнять производство. Ответственность за это лежит в первую очередь на тех, кто отвечает за управление. Выравнивание производственного графика может потребовать досрочного начала работ, отгрузок или напротив, переноса на более позднее время. Возможно, некоторым потребителям придется даже подождать.

Говоря о потерях, используют термин «три М»:

«Муда» – все процессы и операции, которые не добавляют ценности. Это самое известное из всех «М», так как сюда входят семь видов потерь. Помимо них сюда же относятся действия, увеличивающие сроки производства, заставляющие совершать лишние действия и задержки любого рода.

«Мура» – неравномерность. В нормально функционирующих системах часто принята практика смены авралов простоями и наоборот. Причинами этого становятся неравномерный график работ, изменение объемов производства или внутренние проблемы. Мура является причиной появления Муда. Неоднородность потока вызывает необходимость работы в условиях сильной загруженности.

«Мури» – перегрузка людей или оборудования. Логическая противоположность Муда. Мури заставляет работать человека или машину на пределе возможностей. Перегрузка может привести к проблемам со здоровьем, безопасностью и ведет к нарушению нормативных норм, дефектам и поломкам.

Образовательный процесс можно рассматривать с точки зрения производственного, с небольшими исключениями и нюансами, а значит к нему так же применимы техники и инструменты из производственных практик. Ранее мы рассмотрели термин «три М», давайте применим его к образовательному процессу.

Итогом такого процесса можно считать сдачу экзаменов и закрытие сессии. Для большинства студентов это крайне напряженное и изматывающее мероприятие, во время которого студенты ВУЗов находятся на пределе своих возможностей, это и есть «Мури». Нахождение в таком состоянии может приводить к

чрезмерному стрессу, недосыпу, излишним финансовым тратам и проблемам с психическим и физическим здоровьем. Как же этого избежать?

Проблема неравномерности образовательного процесса может лежать как на образовательном учреждении, так и на самих студентах. Постоянное откладывание учебных дел в угоду личных зачастую приводит к их скапливанию (долгам), снижению качества обучения, безответственности и тому самому «Мури». Однако проблема может таиться и в неразумном количестве дисциплин для изучения и объеме информации, необходимом к изучению. Чрезмерная нагрузка на студентов лишает их свободного времени, и они становятся заложниками учебного процесса

Значит, нужно предпринять действия, направленные на стабилизацию и равномерность учебного процесса, а предшественником «Мура» являются потери, относящиеся к «Муда», как со стороны студентов, так и со стороны образовательных учреждений.

В учебном процессе у студента могут возникать различные потери, негативно сказывающиеся как обучении и общем развитии, ниже приведены некоторые из них:

- Временные потери. Сюда относятся неправильное планирование времени, неправильное расстановка приоритетов и как следствие постоянные задержки в выполнении заданий.
- Отсутствие мотивации и интереса к предмету или процессу может снизить уровень вовлеченности, а перегрузка приведет к стрессу и апатии.
- Потеря здоровья. Сюда относятся и психоэмоциональное напряжение, которое повлияет качество сна и общее самочувствие, и неправильность режима дня, в купе с недостатком физической активности может привести к ухудшению здоровья.

Для минимизации этих потерь и студентам, и ВУЗам следует совместно работать с целью оптимизации учебного процесса и равномерного распределения нагрузки.

Какие можно предложить пути решения? Для этого потребуются слаженная работа обеих сторон, как студентам необходимо будет начать работать над собственной дисциплиной и мотивацией, так и университетам пересмотреть некоторые учебные моменты.

Сперва хотелось бы, чтобы университеты уделяли больше внимания обучению студентов тайм-менеджменту, для того чтобы им проще было находить баланс между учебой и отдыхом. Не стоит вводить это как новую дисциплину, но как дополнительные лекции или факультатив оно будет вполне жизнеспособно.

Мотивация студентов один из основных показателей на которые может повлиять и преподаватель, например, использовать все виды подачи материала (визуальный, аудиальный и кинестетический). Или поощрение за хорошую учебу может положительно повлиять на желание студентов сдавать все вовремя, а не откладывать на потом, и уделять изучаемому материалу больше времени.

Можно разработать новую систему «контрольных точек», которая бы отражалась в зачетной книжке или аттестации. Наиболее распространенная ныне практика – контрольные точки два раза в семестр. Эта идея вполне рабочая, однако и в ней есть свои нюансы. Более разумно и менее вредно для студентов было бы проводить небольшие контрольные точки по итогам двух или четырех недель обучения (опираемся на равенство четных и нечетных недель в календаре). Такая практика позволит студентам не зубрить разом огромное количество информации, а работать в темпе «один раздел – одно тестирование». Такую методику можно будет распространить и на курсовые/учебно-исследовательские работы студента. Идея не в том, чтобы просить его много и сразу в конце семестра, а курировать его продвижение и наставлять. Ответственные студенты конечно и так зачастую сами интересуются своей успеваемостью, однако подобный метод будет стимулировать работу не самых успевающих студентов.

Также хотелось бы чтобы преподаваемый материал не просто сопровождал студента на протяжении календарного плана, но и использовался и интегрировался в последующие курсы. Например, во время изучения математики, стоит попутно объяснять в каких дальнейших изучаемых сферах профессиональной деятельности она будет применяться как инструмент.

Внедрение принципов бережливого производства в образовательной среде открывает новые горизонты для повышения эффективности учебного процесса и оптимизации управления образовательными учреждениями. Основные идеи, лежащие в основе бережливого подхода, такие как сокращение потерь, фокусировка на ценности для обучающихся и постоянное совершенствование процессов, могут существенно трансформировать подход к обучению.

Реализация таких методик позволяет не только минимизировать ресурсы и время, затрачиваемые на обучение, но и содействовать более индивидуальному подходу к каждому ученику. Применение инструментов бережливого производства, таких как картирование процессов, идентификация узких мест и внедрение циклов

обратной связи, помогает образовательным учреждениям адаптироваться к меняющимся требованиям и потребностям общества.

Кроме того, бережливое производство способствует созданию культуры сотрудничества и инноваций, что является ключевым фактором в подготовке учащихся к современному миру, где умение мыслить креативно и эффективно решать проблемы становится особенно важным.

В заключение, интеграция принципов бережливого производства в образовательный процесс является стратегически важным шагом к созданию более гибкой, адаптивной и ориентированной на результаты системы образования. Это требует не только изменений в методах преподавания, но и переосмысления подходов к управлению образовательными учреждениями, что, в свою очередь, откроет новые возможности для развития и успеха как учащихся, так и всего образовательного сообщества.

Список источников

1. *Актуальные проблемы современного образования* // URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnye-problemy-sovremennogo-obrazovaniya/viewer> (дата обращения: 22.01.2025)
2. *Дао Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании.* // URL: <https://pqm-online.com/assets/files/lib/books/like1.pdf> (дата обращения: 20.01.2025)
3. *Концепция 3М | Бережливое производство* // URL: <https://dolean.ru/category/lean/losses/> (дата обращения: 22.01.2025)

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ВИД БЕРЕЖЛИВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ

Опарина Светлана Андреевна

Кемеровский государственный университет, Кузбасский гуманитарно-педагогический институт

Научный руководитель: Нонь Наталья Александровна, старший преподаватель
oparina.123@mail.ru

Аннотация. Актуальность заключается в необходимости повышения качества образования через внедрение бережливых технологий в виде цифровых ресурсов. Результаты показывают, что они способствуют хорошему усвоению материала, а также сокращают время педагогов на подготовку и проведение уроков. Вывод заключается в том, что цифровые ресурсы играют ключевую роль в создании эффективной образовательной среды, которые повышают мотивацию и интерес к учебе.

Ключевые слова: цифровые образовательные ресурсы, бережливые ресурсы, математика, мотивация, ИКТ.

DIGITAL TECHNOLOGIES AS A TYPE OF LEAN TECHNOLOGY IN MATH LESSONS

Opalina S. A., Kemerovo State University, Kuzbass Humanitarian Pedagogical Institute

Non N. A., Kemerovo State University, senior lecturer without academic degree, Kuzbass Humanitarian Pedagogical Institute

Abstract. The relevance lies in the need to improve the quality of education through the introduction of lean technologies in the form of digital resources. The results show that they promote good learning of the material, as well as reduce teachers' time to prepare and conduct lessons. The conclusion is that digital resources play a key role in creating an effective educational environment that increases motivation and interest in learning.

Keywords: digital educational resources, lean resources, mathematics, motivation, ICT.

Бережливые технологии в образовательных организациях — это технологии, которые повышают качество образования с минимальными затратами [1]. Вектор на снижение затрат человеческих ресурсов одно из актуальных направлений в современных условиях развития общества. Внедрение бережливых технологий в образовательных организациях приобрело свою актуальность не так давно за счет разработки технологии вовлечения обучающихся в образовательный процесс, развитие информационно-образовательного пространства и образовательной инфраструктуры, а также через развитие практико-ориентированное обучение [1]. Коллаборация цифровых технологий и практико-ориентированности при обучении предметам может стать основным вектором развития всего современного образования.

К цифровым технологиям относятся как дистанционные технологии обучения, так и применение различных интернет-ресурсов, электронных дневников, зачетных книжек, онлайн курсов на различных платформах и т.п. [7], основными задачами которых являются повышение качества образования, сокращение временных затрат для педагога, повышение уровня мотивации учащихся. В настоящее время появляется всё больше и больше новых цифровых образовательных ресурсов (ЦОР), для повышения заинтересованности учащихся изучать определенный предмет. Мы будем рассматривать цифровые ресурсы как вид бережливых ресурсов, с точки зрения повышения качества образования. Внедрение ЦОР широко представлены большим количеством исследований и публикаций, доказывающих их эффективность: разнообразие форм и методов ведения уроков, увеличение процента вовлеченности учащихся в образовательный процесс и, как результат, повышение уровня развития познавательного интереса и мотивации к предмету, а также системного и критического мышления [5].

Рассмотрим некоторые примеры использования цифровых ресурсов на уроках математики.

Самым распространенным видом цифровых ресурсов среди педагогов образовательных организаций является презентация. Представление информации в таком виде достаточно удобно, а главным преимуществом является наглядность. В презентациях можно использовать анимацию, видео и аудио-фрагменты и многое другое. Наличие разнопланового материала способствует удержанию внимания учеников и облегчает процессы, связанные с восприятием и запоминанием информации [3].

Ученикам младшего и среднего возраста будут интересны уроки в форме игр. Поэтому отличным примером может выступать сервис LearningApps. С его помощью учителя могут очень быстро и просто проектировать задания в виде игр, кроссвордов, пазлов и викторин. Это позволит более интересно проводить уроки, а также их простое составление займет немного времени, в отличие от создания тестов в письменном виде.

Отличным примером для проектирования как простых, так и сложных геометрических построений и фигур является программа Geogebra. С ее помощью геометрические задачи легче решаются, у учащихся развивается пространственное мышление, они удобны для выполнения творческих проектов [4].

Помимо вышеперечисленного, также, существует отличный бесплатный хостинг Google-sites. Это отличный сервис для создания собственного сайта по различным отраслям, например, для подготовки к экзаменам, веб-квесты, обучающие курсы и т.п. Один из примеров является сайт авторов, который помогает учителям составлять собственные практико-ориентированные задачи с внедрением регионального компонента [6]. Для создания задачи требуется немного времени, так как условие будет составляться автоматически. Педагогам потребуется лишь ввести данные своего региона, а после – получить сгенерированное условие и ответ. Также на сайте представлены инструкция и рекомендации по составлению задач с практико-ориентированным содержанием, чтобы облегчить составление такого рода заданий. Сайты подобного типа помогут решить несколько проблем. Во-первых, их внешний вид намного удобнее и интереснее чем страницы в учебниках. Во-вторых, авторские задачи помогут в усвоении материала учениками, так как они будут сами пытаться решить задачи, что является отличным решением проблемы в списывании. А веб-квесты, созданные с помощью данного сервиса ставят перед собой задачу развития самостоятельности, творческих способностей, и критического мышления обучающихся, а также повышение их мотивации [2]. Их составление также не составит особого труда, так как существует достаточно много ресурсов, которые помогут спроектировать интересный и познавательный ресурс.

Помимо Google-sites, существуют Google-формы. Это один из хороших примеров для проверки тестов. Потому что, форма проверяет ответы автоматически, что является большим плюсом для сокращения времени проверки учителем, а также, ответы учеников после ввода сразу представляются в виде диаграмм или таблиц, что является хорошим способом для составления отчетов об успеваемости и т.п. Хорошим дополнением к сайтам и формам является QR-код. Он помогает совершить быстрый доступ на определенный ресурс. Всего лишь нужно навести камеру на QR-код и откроется ссылка, по которой нужно перейти. Однако, с 19 февраля 2024 года, ученикам запрещено использовать телефон на уроках [8]. Данная форма работы может быть использована во внеурочное время или при подготовке к домашнему заданию.

Таким образом, можно сделать вывод, что ЦОР, как вид бережливых ресурсов, играют важную роль в образовании, способствуя активному вовлечению учащихся в образовательный процесс. Их использование позволяет сделать обучение более интерактивным и привлекательным, что значительно повышает интерес к изучаемым предметам и способствует лучшему усвоению материала. Примеры, приведенные в статье, демонстрируют лишь небольшой спектр возможностей для применения цифровых технологий на уроках математики, от наглядных презентаций до игр и специализированных программ для геометрического моделирования. Эти инструменты не только обогащают образовательный процесс, но и развивают критическое мышление, креативность и способность к самостоятельной работе у учащихся. Внедрение бережливых технологий в виде ЦОР в учебный процесс является эффективным путем к созданию более качественного, доступного и интересного образования.

Список источников

1. ГБУ ДПО «Челябинский институт развития профессионального образования» Бережливое образование / ГБУ ДПО «Челябинский институт развития профессионального образования» [Электронный ресурс] // Министерство образования и науки Челябинской области : [сайт]. — URL: <https://minobr74.ru/activity/eoeducation> (дата обращения: 09.11.2024).
2. Гордиенко М. Ю. Цифровые технологии / Гордиенко М. Ю. [Электронный ресурс] // ИНФОУРОК : [сайт]. — URL: <https://infourok.ru/vystuplenie-na-metodicheskom-sovete-shkoly-cifrovye-tehnologii-v-obrazovanii-6577348.html> (дата обращения: 09.11.2024).
3. Донцова, Ю. А. Применение цифровых технологий на уроках математики / Ю. А. Донцова // Современные проблемы физико-математических наук : Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Орел, 04–05 декабря 2020 года / Под общей редакцией Т.Н. Можаровой. – г. Орел: Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, 2020. – С. 455–459. – EDN HQRBHC.
4. Зарипова, Р. И. Применение цифровых технологий на уроках математики / Р. И. Зарипова // Модели школ XXI века в Республике Татарстан: реалии и точки роста (Методология. Технологии. Инновации). – Казань : Государственное автономное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования "Институт развития образования Республики Татарстан", 2023. – С. 173–179. – EDN VGGOSO.
5. Опарина, С. А. Практико-ориентированные задания как средство повышения мотивации изучения математики учащимися 7–9 классов / С. А. Опарина, Н. А. Нонь // Развитие личности в образовательном пространстве : Материалы XX Всероссийской с международным участием научно-практической конференции, Бийск, 26 мая 2022 года. – Бийск: Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет им. В.М. Шукшина, 2022. – С. 358–362. – EDN KQRYPT
6. Опарина, С. А. Разработка сайта по внедрению регионального компонента в практико-ориентированные задачи при обучении математике в 5–6 классах / С. А. Опарина, Н. А. Нонь // Информационно-коммуникационные технологии в педагогическом образовании. – 2023. – № 6(87). – С. 45–48. – EDN KESCOS.
7. Петрова, Н. Е. Новые цифровые технологии в образовании: особенности и проблемы / Н. Е. Петрова // Информационно-коммуникационные технологии в педагогическом образовании. – 2024. – № 4(91). – С. 30–34. – EDN XHAAPP.
8. ФЗ от 19.12.2023 № 618-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации»». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202312190026?index=3>.

УПРАВЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯМИ ПРИ ВНЕДРЕНИИ БЕРЕЖЛИВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ: ПРЕОДОЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ И МОТИВАЦИЯ ПЕРСОНАЛА

Пономаренко Диана Дмитриевна

Сибирский государственный индустриальный университет

d.d.ponomarenko@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены преимущества внедрения бережливых технологий в деятельность организаций. Изучены наиболее распространенные причины сопротивления сотрудников нововведениям при внедрении данных технологий, приведены ключевые аспекты стратегии преодоления сопротивления и мотивации сотрудников.

Ключевые слова: повышение конкурентоспособности, внедрение бережливых технологий, управление изменениями, стратегии преодоления сопротивления, мотивация персонала.

CHANGE MANAGEMENT WHEN IMPLEMENTING LEAN TECHNOLOGIES: OVERCOMING RESISTANCE AND MOTIVATING STAFF

Ponomarenko D.D., Siberian State Industrial University

Abstract. The article discusses the advantages of introducing lean technologies into the activities of organizations. The most common reasons for employee resistance to innovations when introducing these technologies are studied, and key aspects of the strategy for overcoming resistance and motivating employees are given.

Keywords: increasing competitiveness, introducing lean technologies, change management, strategies for overcoming resistance, personnel motivation.

Современные экономические условия вынуждают организации непрерывно искать способы повышения эффективности своей деятельности и укрепления конкурентных позиций. Одним из инструментов для достижения данных целей является применение концепции бережливого производства.

Внедрение принципов бережливого производства способствует повышению эффективности деятельности организации за счет устранения ненужных операций, снижения затрат и совершенствования рабочих процессов, что напрямую ведет к увеличению ее производительности, а также улучшению качества производимой продукции и(или) оказываемых услуг, что в свою очередь служит инструментом повышения удовлетворенности потребителей.

Кроме того, применение бережливых технологий способствует адаптации организации к быстро меняющимся рыночным условиям и обеспечивает ее устойчивость и конкурентоспособность.

Несмотря на все преимущества, внедрение бережливых технологий зачастую сопряжено с серьезным препятствием – сопротивлением со стороны сотрудников. Миссией руководства организации является преодоление данного сопротивления.

Для снижения сопротивления важно, чтобы сотрудники осознали необходимость изменений и видели их пользу для организации и для себя лично. Так, помимо преодоления сопротивления, важной задачей руководства является поддержание высокой мотивации сотрудников. Мотивированные работники быстрее адаптируются к новым условиям и активнее участвуют в процессе изменений.

Для достижения данных целей целесообразно разработать в организации стратегию управления изменениями, включающую в себя методику преодоления сопротивления и мотивации сотрудников. Разработка такой стратегии требует продуманного подхода и поддержки со стороны руководства.

Прежде чем приступить к разработке стратегии управления изменениями, необходимо проанализировать причины сопротивления сотрудников организации нововведениям. Рассмотрим наиболее распространенные из них.

1. Страх перед неизвестностью

Люди склонны бояться перемен, особенно когда они связаны с изменением привычных условий труда. Сотрудники могут опасаться, что новые технологии сделают их навыки устаревшими или приведут к сокращению штата.

2. Недостаток информации

Если сотрудники не понимают цели и преимущества внедряемых изменений, они могут воспринять их негативно. Отсутствие четкой коммуникации приводит к недоверию и скептицизму.

3. Отсутствие вовлеченности

Когда персонал не участвует в принятии решений о внедрении новых технологий, он чувствует себя отстраненным и немотивированным. Это снижает желание сотрудничать и способствует пассивной форме сопротивления.

4. Негативный прошлый опыт

Если предыдущие попытки внедрения изменений были неудачными, сотрудники могут скептически относиться к новым инициативам. Прошлые ошибки создают ощущение, что ничего хорошего из этого не выйдет.

5. Консерватизм и инертность

Некоторые люди просто привыкли работать определенным образом и не хотят менять устоявшиеся привычки. Консервативное мышление затрудняет восприятие новых идей и подходов.

Таким образом, для успешного внедрения инструментов бережливого производства в рабочие процессы организации и перехода к новой модели работы, важно учитывать человеческий фактор и грамотно управлять процессом адаптации персонала к новым условиям работы.

Следовательно, стратегия управления изменениями должна учитывать интересы всех работников организации. Рассмотрим несколько ключевых аспектов, которые должна охватывать такая стратегия.

1. Коммуникация и информирование

Открытая и честная коммуникация является основой успеха любого проекта по изменению. Важно регулярно информировать сотрудников о целях и задачах внедрения бережливых технологий, объясняя, какие выгоды они принесут компании и каждому сотруднику лично. Необходимо создать каналы обратной связи, чтобы сотрудники могли задавать вопросы и высказывать свои опасения.

Примеры реализации:

- регулярные встречи с персоналом, где обсуждаются текущие достижения в области внедрения бережливых технологий и формируются планы на будущее;
- публикации в корпоративных новостях достигнутых результатов в области внедрения бережливых технологий.

2. Участие и вовлечение

Активное участие сотрудников в процессе разработки и реализации изменений значительно повышает их лояльность и готовность к сотрудничеству. Это может выражаться в создании рабочих групп, проведении мозговых штурмов и привлечении сотрудников к решению проблем.

Примеры реализации:

- создание кросс-функциональной рабочей группы по внедрению бережливых технологий, состоящей из представителей разных отделов;
- организация конкурсов идей среди сотрудников, где лучшие предложения по внедрению бережливых технологий будут реализованы и награждены.

3. Обучение и развитие

Одним из основных барьеров на пути внедрения бережливых технологий является недостаток необходимых навыков и знаний у сотрудников. Поэтому важным элементом стратегии должно стать обучение и развитие персонала. Это может включать в себя тренинги, семинары, мастер-классы и другие образовательные мероприятия.

Примеры реализации:

- проведение тренингов по принципам Lean, TQM, 5S и другим инструментам бережливого производства;
- предоставление доступа к онлайн-курсам и обучающим материалам в области бережливого производства.

4. Признание и вознаграждение

Признание достижений и успехов сотрудников играет важную роль в поддержании мотивации. Система вознаграждений может включать как материальные, так и нематериальные стимулы.

Примеры реализации:

- введение системы бонусов за предложенные идеи по улучшению процессов посредством внедрения бережливых технологий;
- награждение команд, достигших наилучших результатов в области внедрения бережливых технологий, специальными сертификатами или премиями.

5. Лидерство и поддержка руководства

Руководители играют ключевую роль в управлении изменениями. Их пример и поддержка являются важными факторами успеха. Лидеры должны демонстрировать приверженность новым идеям, активно участвовать в процессе внедрения и поддерживать своих подчиненных.

Примеры реализации:

- руководитель отдела может взять на себя инициативу по проведению пилотного проекта в области внедрения бережливых технологий, показывая своим примером, что изменения возможны и полезны;
- поддержка топ-менеджмента через регулярные встречи и обсуждения прогресса внедрения бережливых технологий.

Успешное внедрение бережливых технологий требует комплексного подхода к управлению изменениями. Ключевыми элементами этого процесса являются открытая коммуникация, вовлечение сотрудников, обучение и развитие, признание и вознаграждение, а также лидерская поддержка. При правильном подходе можно преодолеть сопротивление персонала и создать благоприятные условия для успешной трансформации организации.

Список источников

1. Волкова, С. В. Преодоление сопротивления персонала при внедрении технологии бережливого производства / С. В. Волкова, А. В. Губарев // *Качество продукции: контроль, управление, повышение, планирование : Сборник научных трудов 4-й Международной молодежной научно-практической конференции. В 3-х томах, Курск, 15 ноября 2017 года / Ответственный редактор Е.В. Павлов. Том 1. – Курск: Закрытое акционерное общество «Университетская книга», 2017. – С. 149-151. – EDN YNSTSS.*
2. Андрияшина, Н. С. Разработка программы по преодолению сопротивления персонала нововведениям / Н. С. Андрияшина, Е. А. Котылева // *Современные тренды развития науки : Сборник статей I Всероссийской научно-практической конференции, Нижний Новгород, 14 декабря 2017 года. – Нижний Новгород: Общество с ограниченной ответственностью «APC-Рейтинг», 2017. – С. 4-8. – EDN YUUQYN.*

РЕАЛИЗАЦИЯ ИНСТРУМЕНТОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В ВИДЕ ЦИФРОВОГО ПОДСКАЗЧИКА

*Попов Андрей Сергеевич,
Михайленко Ирина Александровна*

*Сибирский государственный индустриальный университет
Научный руководитель: Макаров Георгий Валентинович, к.т.н.*

Android_2001@list.ru

Аннотация. Цифровизация на сегодняшний день является популярным направлением повышения эффективности производства. При этом сама по себе она не решает никаких проблем, но является средством реализации различных подходов, например, бережливого производства. Одним из инструментов цифровизации являются цифровые подсказчики. Рассмотрим применение цифрового подсказчика по обогащению угля на одном из предприятий Кузбасса как средство реализации инструментов бережливого производства для минимизации потерь и оптимизации процессов в условиях задач повышения качества продукции, экономических и экологических ограничений и проблем импортозамещения. Внедрение цифрового подсказчика для реализации инструментов бережливого производства позволяет снизить временные задержки, улучшить качество управления и сократить затраты.

Ключевые слова: бережливое производство, цифровизация производства, оптимизация процессов, управление качеством

IMPLEMENTATION OF LEAN MANUFACTURING TOOLS IN THE FORM OF A DIGITAL PROMPT

Popov A. S., Mikhaylenko I. A., Siberian State Industrial University

Makarov G. V., Ph.D. Siberian State Industrial University

Abstract. Digitalization is currently a popular direction for increasing production efficiency. At the same time, it does not solve any problems in itself, but is a means of implementing various approaches, for example, lean manufacturing. One of the tools of digitalization is digital prompters. Let's consider the use of a digital prompter for coal enrichment at one of the Kuzbass enterprises as a means of implementing lean manufacturing tools to minimize losses and optimize processes in the context of tasks to improve product quality, economic and environmental restrictions and import substitution problems. The introduction of a digital prompter for the implementation of lean manufacturing tools allows you to reduce time delays, improve management quality and reduce costs.

Keywords: lean manufacturing, digitalization of production, process optimization, quality management

Угольная промышленность продолжает играть важную роль в мировой экономике, обеспечивая энергетическую безопасность и сырьевую базу для таких отраслей как металлургия и глубокая переработка угля. Однако в условиях задач повышения качества продукции, экономических и экологических ограничений и проблем импортозамещения перед предприятиями отрасли встает задача повышения эффективности производства. Одним из перспективных подходов к решению этой задачи является внедрение принципов бережливого производства (Lean Production), которые направлены на минимизацию потерь, оптимизацию ресурсов и повышение управляемости процессов.

В результате анализа и картирования потока создания ценности (рис. 1) были выявлены ключевые проблемы, с которыми сталкивается угольное предприятие.

1 – ручное выставление заданий производительности, которое не учитывает ни обратных связей от весов, ни характеристик сырья, за счет этого неконтролируемые возмущения достигают порядка 30%;

2 – отсутствуют данные по фактическим характеристикам сырья, что ведет к неправильному разделению угля;

3 – поскольку время получения результатов лабораторных исследований большое, приходится использовать устаревшие данные, ошибка которых может достигать 25%.

В плане временных затрат:

4 – слишком большое время получения данных от лаборатории о фактических характеристиках сырья, превышавшие 2 часа.

В плане расхода реагентов и вредности отходов:

5 – некорректное дозирование магнетита ведет к повышенному расходу реагентов, влияет на качество процесса обогащения, а также приводит к большому содержанию промпродукта, для обогащения которого используются вредные флотореагенты.

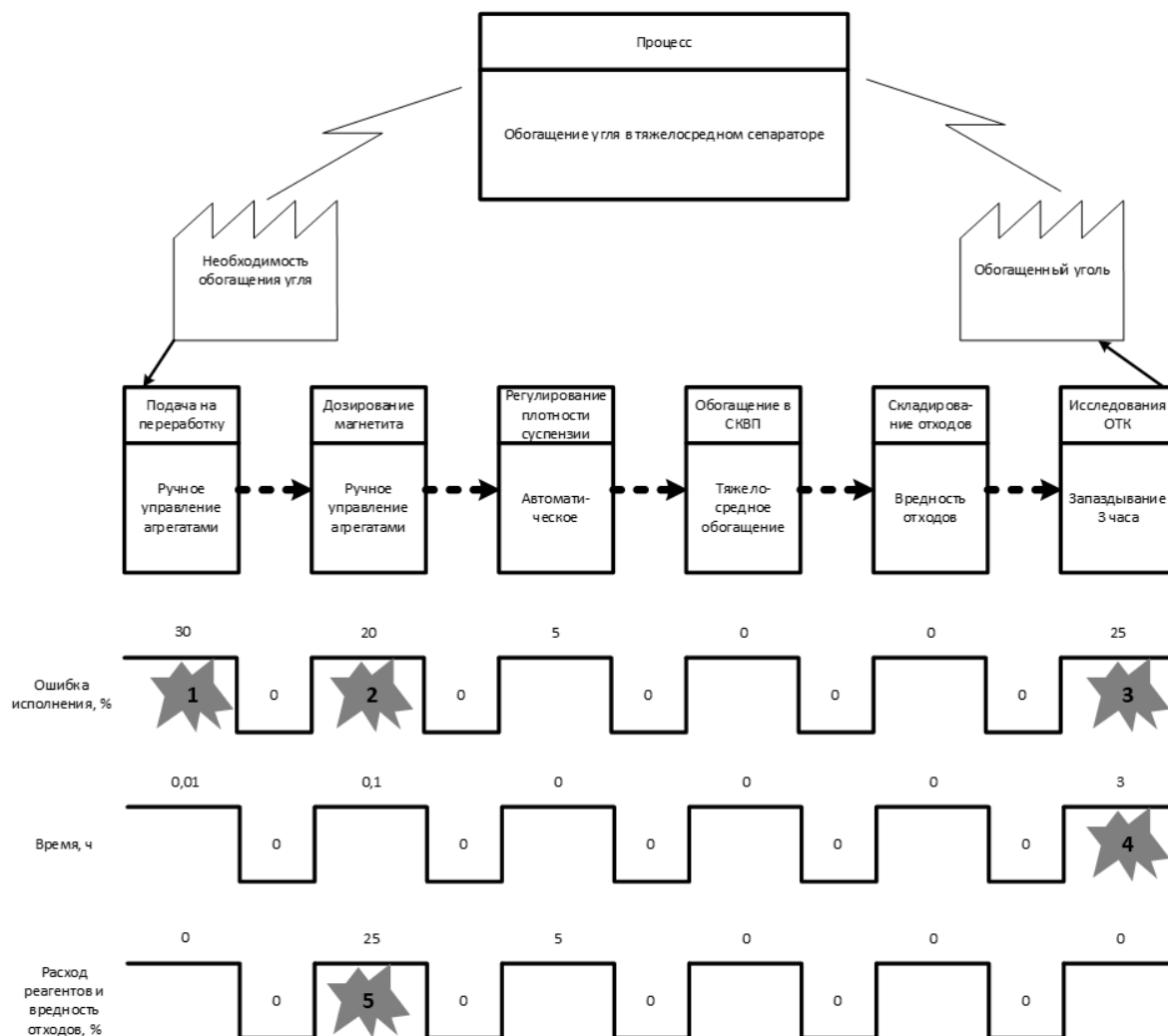


Рис. 1 Карта потока создания ценности процесса «Обогащение угля в тяжелосредном сепараторе»

Для устранения выявленных проблем предлагается внедрение цифрового подсказчика, который способен анализировать и прогнозировать данные, собранные за все время работы предприятия.

Цифровой подсказчик — это инструмент или система, использующая цифровые технологии для предоставления подсказок, рекомендаций или советов пользователю.

Данное средство реализации инструментов бережливого производства. Например, визуальное управление позволяет сотрудникам быстро получать информацию о текущем состоянии производства через цифровые информационные панели, световые индикаторы и электронные инструкции. Это помогает оперативно реагировать на возникающие проблемы. Основной задачей будет подсказать оператору лучший из возможных вариантов уставок параметров технологического процесса для заданного результата.

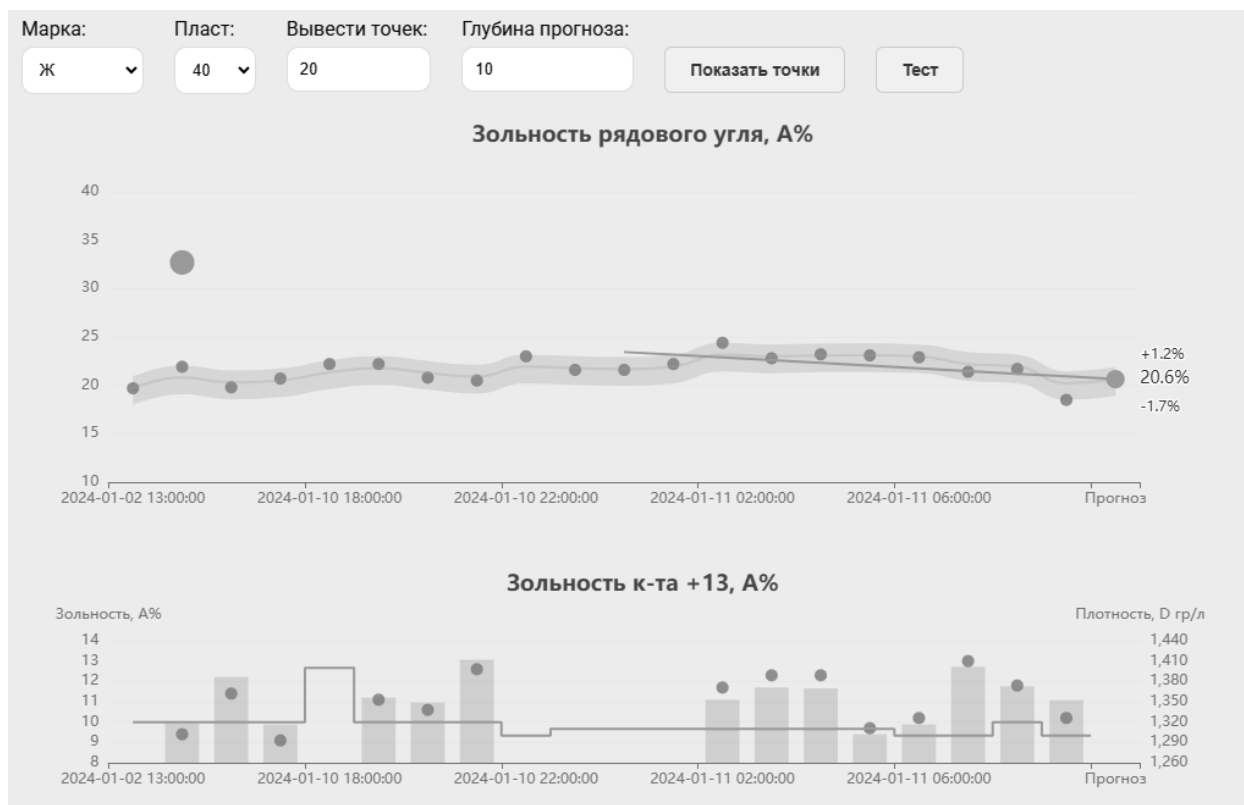


Рис. 2 Фрагмент интерфейса подсистемы цифрового подсказчика для обработки статистических данных

Стандартизация процессов обеспечивается за счет автоматизированных инструкций и видеоподсказок, доступных в режиме реального времени, а также мониторинга соответствия стандартным операционным процедурам через датчики и системы, что способствует единообразию выполнения задач и снижению ошибок.

Для снижения потерь цифровой подсказчик помогает выявлять и устранять источники неэффективности. Например, системы трекинга времени выполнения операций и электронные Kanban-системы позволяют своевременно пополнять запасы и избегать простоев. Кроме того, подсказчик может сигнализировать о неправильной сборке или отклонениях в процессе, что минимизирует брак.

Поддержка системы «точно вовремя» (Just-in-Time) реализуется через уведомления и напоминания для сотрудников, а также системы управления складом, которые оптимизируют процессы комплектации и доставки. Это позволяет снизить излишки запасов и улучшить логистику. Также использование быстрой переналадки (SMED) что позволит оптимизировать процесс переналадки оборудования, например, при переходе между различными типами угля или режимами обогащения.

В результате внедрения цифрового подсказчика ожидается значительное улучшение качества процесса обогащения угля, сокращение временных затрат на получение данных, снижение расхода реагентов и уменьшение вредного воздействия на окружающую среду. Это позволит предприятию не только повысить эффективность производства, но и укрепить свои позиции на рынке в условиях растущей конкуренции и экологических требований.

Таким образом, предложенные меры на основе цифровых технологий и принципов бережливого производства способствуют решению актуальных задач угольной промышленности, обеспечивая устойчивое развитие предприятия в долгосрочной перспективе.

Список источников

1. ГОСТ Р 56020—2020. Национальный стандарт Российской Федерации бережливое производство. Основные положения и словарь [Электронный ресурс]. – Введ. 01.08.2021. – Москва : Стандартинформ, 2021 // Техэксперт : информационно-справочная система. – Электронные данные. – Москва, 2021.
2. ГОСТ Р 56404-2021 «Бережливое производство. Требования к системам менеджмента» [Электронный ресурс]. – Введ. 01.09.2021. – Москва : Стандартинформ, 2021 // Техэксперт : информационно-справочная система. – Электронные данные. – Москва, 2021.
3. Сосунов А. Д., Трясцина Н. Ю. Качество процессов производства на предприятии // Управление качеством на этапах жизненного цикла технических и технологических систем: сборник научных трудов 2-й Всероссийской научно-технической конференции. – Курск: Издательство Юго-Западного государственного университета – 2020. – с. 207-210.
4. Гумеров А.В. Совершенствование процессов системы менеджмента качества промышленного предприятия для повышения качества продукции / А.В. Гумеров // Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд – Новосибирск: Издательство ООО «Центр развития научного сотрудничества» - 2011. – с. 30-34.

УПРАВЛЕНИЕ КОМПЕТЕНТНОСТЬЮ И ЗНАНИЯМИ В ОБЛАСТИ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Попова Дарья Андреевна

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Трошкова Екатерина Викторовна, к.э.н.

popovadarya270302@gmail.com

Аннотация. Представлен анализ требований работодателей к компетенциям в области бережливого производства. Составлен рейтинг компетенций. Представлены различия практических потребностей бизнеса с методологических основ ГОСТ Р 57523-2017. Разработан подход к систематизации знаний в области бережливого производства. Представлен пример влияние уровня знаний на оптимизацию производственных процессов.

Ключевые слова: бережливое производство, компетентность, металлургические процессы, требования, управление знаниями.

LEAN COMPETENCE AND KNOWLEDGE MANAGEMENT

Popova Darya Andreevna, Siberian State Industrial University

Troshkova Ekaterina Viktorovna, Ph.D., Siberian State Industrial University

Abstract. An analysis of employers' requirements for competencies in the field of lean manufacturing is presented. A rating of competencies is compiled. The differences in practical business needs from the methodological foundations of GOST R 57523-2017 are presented. An approach to systematizing knowledge in the field of lean manufacturing is developed. An example of the influence of the level of knowledge on the optimization of production processes is presented.

Keywords: lean manufacturing, competence, metallurgical processes, requirements, knowledge management.

Современная промышленность сталкивается с вызовами, такими как конкуренция, автоматизация и изменения технологий, что требует повышения эффективности, качества и снижения затрат. Бережливое производство (Lean Production) стало универсальным инструментом для решения этих задач. Его методы, такие как 5S, Kaizen и Kanban, помогают устранять потери и формировать культуру постоянных улучшений, что особенно важно в металлургии [1]. Ключевую роль в успешном применении Lean играет компетентность персонала. Однако требования к знаниям и навыкам специалистов варьируются. Для их унификации используется ГОСТ Р 57523-2017 [2], который определяет подходы к управлению компетенциями в системах бережливого производства. Применение стандарта помогает согласовать ожидания работодателей и работников, обеспечивая единый подход к развитию профессиональных навыков и повышению эффективности. Актуальность исследования обусловлена необходимостью формирования унифицированного подхода к развитию компетенций специалистов, работающих в металлургической отрасли в рамках внедрения бережливого производства.

Нами проведен контент-анализ информационных запросов работодателей на сайте hh.ru [3] и определены требования к компетенциям в области бережливого производства. Анализ вакансий позволил выявить актуальные требования работодателей и определить ключевые задачи специалистов в области бережливого производства. Это способствует формированию профиля компетенций, соответствующего современным вызовам, и помогает адаптировать образовательные и практические подходы для подготовки специалистов, востребованных на рынке труда. Наиболее востребованными оказались навыки анализа и оптимизации процессов, управления проектами и применение инструментов Lean (фрагмент, табл. 1).

Должность	Трудовые действия	Умения	Знания	Прочие качества
Главный специалист-методолог	Тиражирование и адаптация лучших практик, ведение документации по проектам, внедрение систем анализа и решения проблем, проведение обучающих тренингов, описание и	Навыки визуализации процессов, уверенное владение ПК, опыт внедрения инструментов бережливого производства, организационные навыки	Знание методик бережливого производства (5W1H, 5 почему, КПСЦ), основы управления проектами, знание практик менеджмента	Готовность к релокации, умение работать в команде

Должность	Трудовые действия	Умения	Знания	Прочие качества
	стандартизация методик, оценка зрелости производственной системы			
Главный специалист по операционной эффективности	Диагностика бизнес-процессов, анализ действующих регламентов и инструкций, координация проектов по повышению эффективности, проведение факторного анализа, разработка мероприятий по снижению затрат, подготовка презентаций и отчетов	Владение ПК, навыки управления проектами, умение работать с большими объемами данных	Знание инструментов Lean Six Sigma, SIPOC, VSM, опыт описания и оптимизации бизнес-процессов	Готовность к полной релокации, высокая организованность

По результатам анализа частоты упоминания трудовых функций стоят навыки по анализу и оптимизации процессов (рис. 1).



рис. 1 Анализ трудовых функций специалистов в области бережливого производства

Сравнение требований работодателей и положений ГОСТ Р 57523-2017 [1] важно для выявления различий между практическими потребностями бизнеса и методологическими стандартами. Эти различия помогают адаптировать подходы к внедрению Lean, обеспечивая баланс между требованиями рынка труда и системным управлением компетенциями. Нами проведен анализ требований работодателей и стандартов, который представлен в табл. 2.

Требования работодателей	Базовый состав компетенций (ГОСТ Р 57523-2017)	Отличия
Определение необходимых компетенций для специалистов по бережливому производству	Определение необходимых компетенций для работников, влияющих на результаты системы управления бережливым производством (СМБП)	У работодателей акцент на специалистов, в стандарте — на всех работниках
Обучение и повышение квалификации в области бережливого производства	Поддержка компетентности работников на соответствующих уровнях и управление подготовкой в рамках системы подготовки персонала	В стандарте подчеркивается важность управления рисками и поддержания компетентности на всех уровнях
Необходимость вовлечения работников в повышение своей	Руководители должны личным примером демонстрировать	В стандарте есть акцент на роли руководителей в создании

Требования работодателей	Базовый состав компетенций (ГОСТ Р 57523-2017)	Отличия
компетентности	важность повышения компетентности	мотивирующей среды
Учет требований к функциональным обязанностям и результатам работы	Определение функций и уровней компетенции (лин-практик, лин-специалист, лин-эксперт)	Стандарт устанавливает четкую градацию уровней компетенции и их функции, чего может не быть в требованиях работодателей

Сравнение требований работодателей [2] и положений ГОСТ Р 57523-2017 [1] показывает, что стандарт охватывает более широкий спектр работников и акцентирует внимание на систематическом управлении компетенциями. Работодатели сосредоточены на узкоспециализированных навыках и конкретных задачах. Эти различия подчеркивают необходимость сочетания практических потребностей бизнеса с методологическими основами стандарта.

В соответствии с требованиями п. 7.1.6 ГОСТ Р 56404-2021 [3] в организации должны регулярно создаваться и обновляться лучшие практики в области бережливого производства. Назовем это ресурс «папкой знаний». Эффективная работа с папкой знаний в рамках бережливого производства требует системного подхода. Нами разработан алгоритм, который поможет организовать процесс её заполнения, структурирования и обновления, что обеспечит высокую доступность и практическую ценность для сотрудников предприятия (табл.2).

Шаг	Действия	Ответственные лица	Результат
Определение структуры	Определение разделов папки Выбор форматов материалов	Lean-менеджер, эксперты	Четко определенная структура папки знаний
Назначение ролей	Назначение координатора Определение экспертов, IT и HR-ответственных	Руководство	Назначены роли и ответственность за разделы
Сбор материалов	Сбор актуальной информации Систематизация и проверка данных	Эксперты, уполномоченные сотрудники	Подготовленные и проверенные материалы
Внедрение обучения	Разработка программ обучения Проведение тренингов и семинаров	HR-отдел, эксперты	Обученные сотрудники и обеспеченный доступ к папке знаний
Актуализация	Обновление материалов Сбор обратной связи Оценка эффективности	Уполномоченные сотрудники, Lean-менеджер, руководители	Современная, актуальная папка знаний, повышение производственной эффективности

Представленный алгоритм демонстрирует структурированный подход к созданию и поддержанию папки знаний в рамках бережливого производства. Он охватывает все ключевые этапы: от планирования и сбора материалов до обучения сотрудников и постоянной актуализации данных. Такой инструмент способствует повышению осведомленности сотрудников, улучшению их компетенций и успешному внедрению Lean-технологий на предприятии.

Эффективное управление знаниями и компетенциями специалистов является ключевым фактором успешного внедрения методов бережливого производства. Рассмотрим примеры того, как повышение уровня знаний и внедрение системного подхода к обучению влияют на производственные процессы и результаты (рис. 2).



рис. 2 Влияние уровня знаний на оптимизацию производственных процессов

Таким образом, предложенные подходы помогают оптимизировать процессы, снизить издержки и повысить конкурентоспособность за счет системного подхода к развитию компетенций сотрудников и созданию папки знаний.

Список источников

1. ГОСТ Р 56407-2023 «Бережливое производство. Основные инструменты и методы их применения». - Вв. 2024-02-01.- М.: Стандартинформ. 2023.- URL: <https://docs.cntd.ru/document/1303625452> (дата обращения: 13.01.2025).
2. ГОСТ Р 57523-2017 «Бережливое производство. Руководство по системе подготовки персонала». - Вв. 2018-01-01.- М.: Стандартинформ, 2017.- URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200146134> (дата обращения: 13.01.2025).
3. Хэдхантер [Сайт]. - Текст: электронный.- URL: <https://hh.ru/login?customDomain=1> (дата обращения: 15.01.2025).
4. ГОСТ Р 56404-2021 «Бережливое производство. Требования к системам менеджмента». – Вв. 2021-09-01.- URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200179301> (дата обращения: 18.01.2025).

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ВЫДАЧЕ ПИСЬМЕННОЙ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ В ОБСЛУЖИВАНИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ПОЧТОВОЙ СВЯЗИ

*Ротару Алеся Семеновна,
Плотникова Инна Васильевна
Томский политехнический университет
asr45@tpu.ru*

Аннотация. В нынешней финансовой ситуации полноценное регулирование деятельностью организации невозможно без принятия современных технологий и методов управления. В работе продемонстрированы каким образом методология бережливого производства позволит повысить качества обслуживания клиентов. Показано применение методологии 5S для организации рабочего пространства, при сортировке почтовой корреспонденции.

Ключевые слова: бережливое производство, почтовая связь, корреспонденция, улучшение, качество

APPLICATION OF LEAN PRODUCTION METHODS IN THE FOOD INDUSTRY

Rotaru A.S., Plotnikova I.V., Tomsk Polytechnic University

Abstract. In the current financial situation, full regulation of an organization's activities is impossible without the adoption of modern technologies and management methods. The work demonstrates how the lean manufacturing methodology will improve the quality of customer service. The application of the 5S methodology for organizing the workspace when sorting mail correspondence is shown.

Keywords: lean production, postal service, correspondence, improvement, quality.

В системе организации почтовой связи происходят изменения, которые требуют модернизации производства [1]. В последние годы в них стали включать изучение производственного менеджмента и маркетинга, специализированного программного обеспечения, сертификацию первичной аккредитации, использование симуляторов и роботизированных систем в обучении, подготовку широкопрофильных специалистов [2].

В настоящее время в отделениях почтовой связи происходят трудности по сортировке письменной корреспонденции. В отделении связи присутствует система сортировки писем, но при этом происходят случаи с неправильной сортировкой и присваиванием адресных мест. Письма теряются, что способствует нарушению качества обслуживания пользователей услуг почтовой связи. Неправильная сортировка по адресам или категориям, приводит к задержкам и ошибкам в выдаче.

Оптимизация качества обслуживания пользователей услуг почтовой связи, при выдаче письменной корреспонденции является важной задачей для повышения эффективности качества работы почтовых отделений и удовлетворенности клиентов.

Согласно Федеральному закону от 17 июля 1999 года №176-ФЗ «О почтовой связи», пересылка письменной корреспонденции входит в универсальную услугу.

Рассмотрим применение технологии бережливого производства [3, 4] на одном из отделений почтовой связи Томской области. Качество обслуживания клиентов характеризуется режимом работы почтовых отделений, временем ожидания.

Что из себя представляет процесс сортировка письменной корреспонденции? И какими действиями он осуществляется.

Сортировка письменной корреспонденции осуществляется следующими действиями:

1. Сортировка по категориям: заказные, судебные, ценные и т.д.
2. Сортировка писем по дате получения
3. Использование номеров адресных мест
4. Использование ящиков, для хранения писем разных категорий
5. Информационная система с информацией о каждом письме
6. Регулярные проверки и соблюдение контрольных сроков писем в ящиках.

Далее приведем причины и последствия, связанные с сортировкой корреспонденции [5].

Причина	Последствия
Технические сбои	Проблемы с оборудованием или программным обеспечением
Увеличенный объем почтовой корреспонденции	пиковые нагрузки, например, в праздничные дни, могут затруднять быструю сортировку
Ошибки в адресах	неправильно указанные адреса могут затруднять доставку и сортировку писем
Недостаток кадров	нехватка работников может замедлить процесс обработки корреспонденции
Человеческий фактор	ошибки вызванные невниманием сотрудников, которые приводят к неправильной сортировке или учету почты
Неэффективные процедуры контроля	если процедура контроля не оптимизированы, это может вызвать задержки и проблемы с качеством обслуживания

Решением данной проблемы стало применение метода 5S (рис.1) [6, 7].

Сортировка (Seiri): уборка лишних средств с рабочего места.

Систематизация (Seiton): отдельные места для исходящей и входящей корреспонденции.

Содержание в чистоте (Seiso): регулярная уборка и проверка рабочего места.

Стандартизация (Seiketsu): разработка стандартов по сортировке, хранению и выдачи писем.

Совершенствование (Shitsuke): проводить планерки для сотрудников по соблюдению стандартов 5S и качеству обслуживания пользователей.



рис.1 Результаты внедрения 5s (до-после)

Можно также нанести линии движения клиента от одного процесса к другому. Если маршрутов движения возможно несколько, необходимо нанести их все. Если между отдельными процессами возможно скопление клиентов, наносятся знаки, обозначающие очередь, то необходимо отобразить продолжительность каждого элемента, операции, манипуляции, длительность и дальность перемещений. На карту наносятся минимальная и максимальная продолжительность каждой операции, время ожидания и выявленные избыточные запасы (например, очередь).

Далее представим пути решения проблем с применением методологии 5s. На почте в данное время существует проблема с выдачей письменной корреспонденции, именно поэтому мы решили внедрить систему 5S. Если применим систему 5S мы сможем решить данную проблему и улучшить качество обслуживания.

В качестве проблем, создающих потери, в рамках рассматриваемого процесса можно предложить:

- небезопасные факторы окружающей среды, рабочего пространства для клиентов и сотрудников;
- очереди и ожидания пациентов;
- несоответствия (размещение сотрудников не соответствует имеющейся навигации);

- поломки (оборудование, транспортные средства);
- излишние запасы;
- неравномерность загрузки персонала и оборудования;
- «узкие места» (места снижения пропускной способности, в том числе из-за длительности выполнения той или иной операции и пр.).

Сортировка (Seiri):

1. Инвентаризация. При проведении инвентаризации мы проверяем все оборудование и материалы, связанные с обработкой и выдачей писем. К материалам относятся: Папки, ящики, печатные материалы и т.д.;
2. Уборка лишнего с рабочего места. Можно выяснить какие предметы занимают место на рабочем столе, но для работы оператора они не обходимы и не нужны.

Систематизация (Seiton):

1. Для простоты работы можно разделить рабочие места по типу обработки и выдачи. Отдельные места для исходящей и входящей корреспонденции;
2. Необходимо использовать ярлыки и цветные коды на ящиках, для наиболее быстрого поиска нужных писем.

Содержание в чистоте (Seiso):

Регулярная уборка и проверка рабочего места

Стандартизация (Seiketsu):

Разработка стандартов по сортировке, хранению и выдачи писем.

Совершенствование (Shitsuke):

Внедрение системы 5S (сортировка, систематизация, содержание в чистоте, стандартизация, совершенствование) позволяет не только улучшить организацию рабочего пространства, но и значительно повысить качество обслуживания.

В результате внедрения системы 5S в процесс выдачи письменной корреспонденции можно ожидать значительное повышение качества обслуживания пользователей почтовой связи. Это улучшит оперативность и точность обработки корреспонденции и повысит уровень удовлетворенности клиентов.

Список источников

1. Тураев И.А., Плотникова И.В. Новые тенденции в развитии реорганизации производства // В сборнике: Проблемы сертификации, управления качеством и документационного обеспечения управления. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. Под общей редакцией Ю.А. Анищенко. Красноярск, 2022. С. 131-133.
2. Плотникова И.В., Редько Л.А., Усачева А.С. Формирование позитивной мотивации персонала в компании // Современные проблемы науки и образования.- 2012. № 6.- С. 474.
3. Лихвойнен А.В., Филиппович А.В., Юхимец В.И., Александрова В.С., Первухина Е.В. Бережливое производство: понятие, принципы, методы и опыт внедрения // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2021. – № 9-2. – С. 154-159. URL: <https://vael.ru/ru/article/view?id=1853> (дата обращения: 15.01.2025)
4. Давыдова Н.С. Бережливое производство: монография. Ижевск, Изд-во Института экономики и управления, ГОУВПО «УдГУ», 2012. – 138с.
5. Левинсон У., Рерик Р. Бережливое производство: синергетический подход к сокращению потерь. Пер. с англ. А.Л. Раскина. – М.: Стандарты и качество, 2007. – 271 с.
6. Вумек Джеймс. Бережливое производство: как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. Москва: Альпина Паблишер, 2018. — 472 с.
7. Никешина П.О. Роль бережливого производства в современном мире // Научное обозрение. Экономические науки. – 2019. – № 4. – С. 18-22; URL: <https://science-economy.ru/ru/article/view?id=1021> (дата обращения: 21.01.2025).

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ И РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬЮ ПРОЦЕССОВ

Стародубов Денис Сергеевич

Сибирский государственный индустриальный университет

Научный руководитель: Трошкова Екатерина Викторовна, к.э.н.

denisstarodubov0@gmail.com

Аннотация. Рассмотрена актуальность применения инструментов прогнозирования для создания доверительной среды и демонстрации способности организации улучшать качество и результативность в условиях ограниченности ресурсов. Прогнозирование рассматривается как один из инструментов предсказания закономерностей воздействия качества на процессы и их результаты. Показана связь точности прогноза с осведомленностью сотрудников о своей роли в реализации целей организации. Описаны подходы для повышения точности прогнозов.

Ключевые слова: инструменты, качество, процесс, прогнозирование, результативность, стандарт, точность, требование.

FORECASTING AS A TOOL FOR MANAGING THE QUALITY AND EFFECTIVENESS OF PROCESSES

Starodubov D.S., Siberian State Industrial University

Troshkova E.D., PhD in Economics, Siberian State Industrial University

Abstract. The relevance of using forecasting tools to create a trust environment and demonstrate the ability of an organization to improve quality and efficiency in conditions of limited resources is considered. Forecasting is considered as one of the tools for predicting patterns of quality impact on processes and their results. The relationship between forecast accuracy and employees' awareness of their role in achieving the organization's goals is shown. Approaches to improving forecast accuracy are described.

Keywords: tools, quality, process, forecasting, performance, standard, accuracy, requirement.

Создание доверительной для потребителя среды определяется как неизменная ценность в современном мире высокой конкуренции. Качество как соответствие требованиям и ожиданиям является критически важным параметром для потребителя в отношении продукции, услуг и процессов. Качество дает экономию (сокращает потери, затраты на исправление несоответствий, репутационные риски), приносит доходы, а также завоевывает новых потребителей [1]. Изменения внешней и внутренней среды, угрозы и возможности, характер и стоимость активов и ресурсов, ограниченность знаний и достоверности информации – факторы, влияющие на достижение целей организации. Описание, объяснение и предсказание закономерностей воздействия качества на процессы и их результаты позволяет демонстрировать организации свою способность улучшать качество и результативность в условиях ограниченности ресурсов.

Потребности в количественных данных определены требованиями ГОСТ Р ИСО 9001-2015 [2] для оценки процессов и их результатов. Прогнозирование — это процесс оценки будущих событий или условий на основе анализа текущих данных и тенденций. На *рис.1* представлены методы прогнозирования, которые отличаются друг от друга областью применения.



Рис.1 Модели прогнозирования

Наиболее применяемые в практике организаций методы прогнозирования:

1. Методы экстраполяции: основаны на предположении, что будущие значения будут следовать той же тенденции, что и прошлые данные. Примеры таких методов – линейная регрессия и экспоненциальное сглаживание.
2. Качественные методы: основаны на экспертном анализе и опыте специалистов. Например, метод Дельфи предполагает анонимный опрос группы экспертов с последующим обсуждением результатов.
3. Эконометрические методы: используют математические уравнения для описания взаимосвязей между различными переменными, которые позволяют учитывать влияние множества факторов на конечный результат.
4. Методы моделирования и симуляция: создание виртуальных моделей реальных процессов и проведение экспериментов с ними. Это позволяет тестировать различные сценарии развития событий без риска для реального бизнеса.

На рис. 2 представлены результаты опроса организаций по выбору инструментов прогнозирования для оценки рисков недостижения целей, проведенного специалистами Американского центра производительности и качества (APQC) в 2021-2022 [3]. Большинство респондентов ответили, что это мозговой штурм (54%), матрица влияние на бизнес (50%), матрица затрат/выгод (45%).

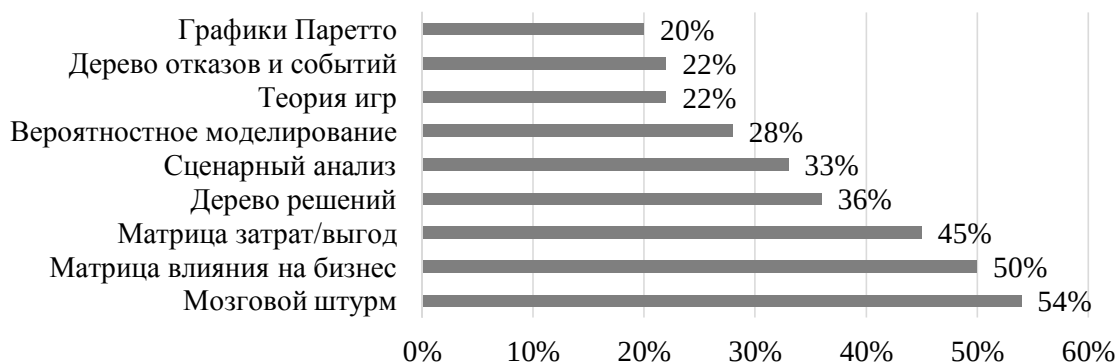


Рис. 2 Инструменты прогнозирования [3]

Имея надежный и точный прогноз, руководители могут с большей уверенностью управлять численностью персонала, производственными графиками, капитальными затратами и другими видами деятельности. Точное прогнозирование является основой стратегической гибкости, финансового благополучия и удовлетворенности клиентов. Голубев С.С., Губин А.М., Романенко Н.Ю. [4] рассмотрели системную взаимосвязь показателей качества прогноза с эффективностью его применения. Качество прогноза зависит от точности данных и полезности прогноза для принятия решений. Для точности прогноза необходимы достоверные и информативные данные. Достоверность зависит от качества исходных данных, методов прогнозирования и наличия валидации результатов прогноза. Информативность включает полноту и обоснованность данных. Полнота в свою очередь зависит от количества источников информации и возможности комбинировать прогнозы.

Для повышения качества прогнозов необходимо:

1. Поощрять организационную культуру, основанную на данных. Высшему руководству необходимо поддерживать культуру, в которой приоритетное внимание уделяется решениям, основанным на данных, прозрачности и постоянному совершенствованию, обеспечивая сотрудников данными и инструментами, необходимыми для создания надежных прогнозов. Кроме того, важно внедрить систему, позволяющую регулярно анализировать результаты прогнозирования, учиться на ошибках и соответствующим образом корректировать процессы. Признание и поощрение точности и усилий в прогнозировании, а не наказание за ошибки, может мотивировать сотрудников делиться своими лучшими идеями.

2. Устранять разрозненность данных, используя корпоративные ресурсы системы планирования (ERP). Разрозненные системы хранения данных увеличивают время сбора и согласования данных, используемых при создании прогноза, и повышают вероятность ошибок. Системная интеграция с помощью ERP и автоматизация процессов могут значительно повысить точность прогнозов.

3. Поощрять заинтересованные лица за точные прогнозы. Для составления точного прогноза также требуется участие всего коллектива организации. Отдел продаж может знать о новых продуктах, которые, вероятно, изменят спрос, в то время как производственный отдел может предоставить информацию о простоях, которые повлияют на предложение. Необходима комплексная система оценки вклада каждого сотрудника в достижение целей организации. Эффективный обмен данными поможет увидеть текущее состояние процессов и определить желаемое (прогнозное). Осведомленность сотрудников поможет контекстуализировать работу и внести вклад каждого в улучшение.

В настоящее время рынок логистики претерпевает значительные изменения, связанные с адаптацией к изменяющимся торговым путям и экономическим условиям. Систематизация данных является ключевым этапом в процессе анализа информации и позволяет упорядочить большие объемы данных, выявить закономерности и тенденции, а также подготовить информацию для дальнейшего использования. Мониторинг текущих показателей позволяет оценивать только фактическую эффективность, то есть уже достигнутые результаты. Однако для заблаговременного осознания собственной эффективности можно использовать прогнозирование. Учитывая загруженность сети РЖД и ограничения в отправлении порожних вагонов, большинство металлургических заводов столкнулись с огромным скоплением вагонов после выгрузки, при этом поток поступающего сырья останавливать нельзя.

Для эффективного распределения парка вагонов, необходимо грамотно планировать подход вагонов. При отгрузке вагона ему автоматически выставляется фактическое время прибытия, исходя из которого, можно определить дату прибытия вагона на завод. Такой расчёт является неэффективным, т.к. автоматическая дата не учитывает текущую обстановку на сети. Для более точного определения времени прибытия вагона на завод, можно использовать данные предыдущего периода (в данном случае предыдущего месяца), чтобы исходя из фактических значения прогнозировать прибытие текущего месяца, как это показано на рис. 3.

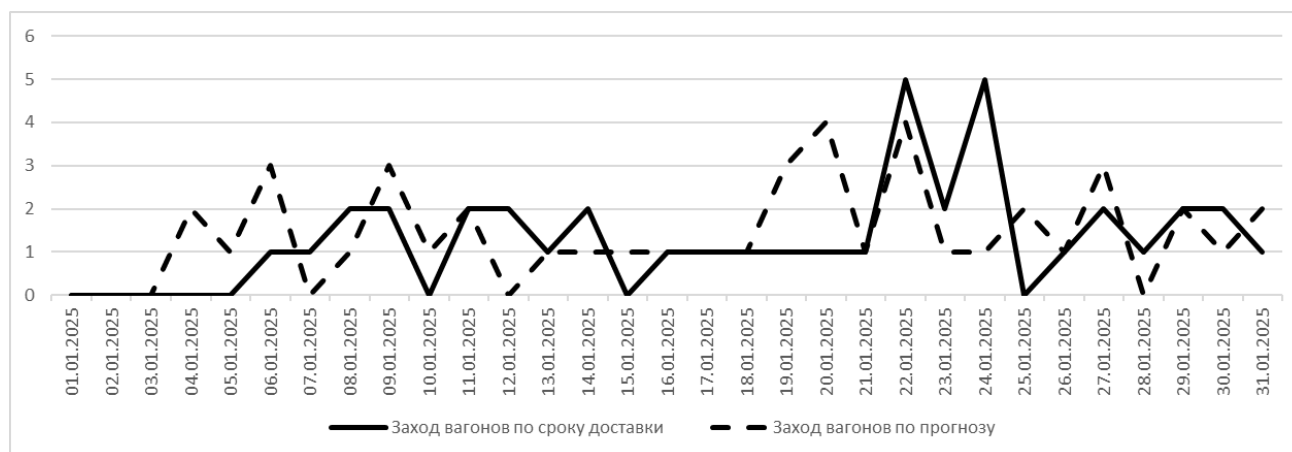


Рис. 3 Сравнительный анализ прогнозных данных

Как показывает прогноз, основанный на фактических значениях предыдущего месяца, отклонение может составлять до 4 вагонов сутки, при расчёте месячной отправки в 50 вагонов (примерно 8% от ежемесячной отгрузки вагонов в сезон). Данный расчёт позволит более точно определить количество вагонов, прибывающих на завод и скорректировать перемещения вагонов внутри производственных циклов.

Таким образом, прогнозирование является частью комплекса мер по повышению качества и результативности процессов, которые помогают организациям оптимизировать деятельности за счет минимизации потерь и оптимизации потребления ресурсов. Различные методы прогнозирования дают возможность выбрать оптимальный подход в зависимости от специфики конкретного процесса и цели, которую необходимо достичь. Но, любая модель должна пройти проверку (сопоставление изменения технического состояния, известного по результатам контроля, с тем, что предсказано моделью).

Список источников

1. Окрепилов, В.В. Экономика качества – важнейшее направление развития экономической науки/В.В. Окрепилов//Проблемы прогнозирования. -2022.-№5.- С. 78-90.-DOI: 10.47711/0868-6351-194-78-90.-URL: <https://ecfor.ru/publication/ekonomika-kachestva-standartizatsiya-metrologiya/> (дата обращения: 20.01.2025).
2. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования». –Введ. 2015-11-01. – М.: Стандартинформ, 2015 – 88 с.- URL.: <https://docs.cntd.ru/document/1200124394> (дата обращения: 20.01.2025).
3. Американский центр производительности и качества: APQS [сайт].- URL.: <https://www.apqc.org/> (дата обращения 21.01.2025).
4. Голубев С.С., Губин А.М., Романенко Н.Ю. Современные инструменты повышения качества научно-технологических прогнозов/С.С. Голубев, А.М. Губин, Н.Ю. Романенко//Научные труды.- 2024.-№1.-URL.: <https://ecfor.ru/publication/povyshenie-kachestva-nauchno-tehnologicheskogo-prognozirovaniya-intellektualnyj-analiz-dannyh/?from=related-bottom> (дата обращения: 23.01.2025).

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЙ МЕТОД МОДИФИКАЦИИ СТРУКТУРНО-ФАЗОВОГО СОСТАВА КОМПОЗИТНЫХ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ СЕРЕБРА ПРИ ПОМОЩИ ЭЛЕКТРОННО-ПУЧКОВОЙ ОБРАБОТКИ

Филяков Артем Дмитриевич,

Романов Денис Анатольевич, Почетуха Василий Витальевич, Ващук Екатерина Степановна
Сибирский государственный индустриальный университет

filyakov.1999@mail.ru

Аннотация. Композиционное покрытие с металлической матрицей $\text{TiB}_2\text{-Ag}$ было нанесено ресурсосберегающим методом электровзрывного напыления и модифицировано электронно-пучковой обработкой. Основными фазами модифицированного покрытия стали Ag, TiB_2 и B_2O . Увеличение плотности энергии и длительности импульса уменьшает содержание легкоплавкой фазы Ag и способствует образованию медьсодержащих фаз. Структура покрытия представлена серебряной матрицей с включениями TiB_2 . Под действием электронного пучка микроструктура покрытия трансформировалась в ячеистую кристаллизационную структуру.

Ключевые слова: электровзрывное напыление; электронно-пучковая обработка; микроструктура; фазовый состав; серебро; диборид титана.

RESOURCE-SAVING METHOD OF MODIFYING THE STRUCTURAL-PHASE COMPOSITION OF SILVER-BASED COMPOSITE ELECTROCONTACT COATINGS BY ELECTRON-BEAM TREATMENT

Filyakov A.D., Romanov D. A., Pochetukha V. V., Vashchuk E. S. Siberian State Industrial University

Abstract. The $\text{TiB}_2\text{-Ag}$ metal matrix composite coating was sprayed by resource-saving electrical explosion deposition and modified by electron beam treatment. Ag, TiB_2 , B_2O became the main phase in the modified coating. Increasing the pulse energy density and duration leads to the reduction of the low-melting Ag phase and the formation of copper contact phases due to heating and melting of the copper substrate by excess electron beam energy by impact of electron beam.

Key words: electroexplosive spraying; electron beam processing; microstructure; phase composition; silver; titanium diboride.

Подвижные электрические контакты играют ключевую роль в обеспечении безопасности современных систем энергоснабжения. Развитие систем автоматизации приводит к увеличению числа датчиков и сенсоров, содержащих электрические контакты. Безопасность таких систем во многом зависит от бесперебойной работы датчиков. В связи с этим повышение свойств электроконтактных материалов является важной задачей материаловедения [1].

Материалы для электрических контактов должны обладать определенными характеристиками, такими как высокая тепло- и электропроводность, устойчивость к окислению, температура плавления, твердость и низкий уровень испарения.

Примером таких материалов являются электроконтактные материалы на основе серебра, широко используемые в низковольтных устройствах. Чистое серебро обладает относительно высокой тепло- и электропроводностью, но плохо сопротивляется эрозии, свариваемости и механическим свойствам [2]. Поэтому к чистому серебру добавляют различные материалы для его улучшения, образуя сплавы или композитные материалы. В отличие от сплавов, в металломатричных композитах растворимость серебра в армирующей фазе отсутствует или ограничена. Таким образом, отдельные фазы сохраняют свои соответствующие тепловые и электрические свойства. Металлическая матрица в этом случае обеспечивает высокую электро- и теплопроводность, а армирующая фаза - прочность, устойчивость к сварке и эрозии [3].

Однако серебро само по себе является относительно дорогим материалом; с другой стороны, стоимость меди значительно ниже. Она обладает лучшей электропроводностью после серебра, но при этом имеет более низкую стойкость к окислению [4]. Использование меди с покрытием на основе серебра вместо серебряных электрических контактов более рационально с точки зрения бережливого производства и ресурсосбережения. Стоимость таких контактов значительно снижается за счет использования небольшого количества серебра. Также подобные контакты могут использоваться повторно после восстановления слоя серебряного покрытия.

Перспективной является развитие и разработка серебряных электроконтактных материалов с добавлением диборида титана TiB₂. Рассматриваемое химическое соединение помимо высокой температуры плавления и твердости также обладает самым низким удельным сопротивлением среди сверхтвердых керамик [5].

Для создания покрытий на основе серебра с диборидом титана на медных контактах может применяться метод электровзрывного напыления, являющийся разновидностью плазменного напыления. При электровзрывном напылении нанесение покрытий осуществляется за счет быстрого нагрева и электрического взрыва проводника под действием больших токов [6,7]. В результате создается динамическая ударная волна, которая напыляет продукты электрического взрыва на поверхность образца, создавая покрытие. Рассматриваемый метод имеет ряд ограничений и недостатков. Для получения композиционных покрытий методом электровзрывного напыления требуются составные проводники большей толщины, состоящие из нескольких слоев фольги и порошка. Увеличение толщины проводника приводит к недостаточному нагреву, несинхронному взрыву, в результате которого образуются крупные твердые частицы разного размера, вызывающие нестабильность структуры и свойств покрытий. Для гомогенизации структуры и свойств получаемых покрытий может использоваться обработка импульсными электронными пучками.

Цель настоящей работы – исследование влияния электронно-пучковой обработки на структуру и фазовый состав покрытия TiB₂ – Ag, полученного на поверхности меди методом электровзрывного напыления.

Напыление покрытия на поверхность меди проводили при помощи электровзрывной установки ЭВУ 60/10 М. Установка состоит из зарядного устройства, емкостного накопителя энергии и плазменного ускорителя.

При напылении покрытия электрический взрыв обеспечивал плотность мощности при тепловом воздействии на облучаемую поверхность 5,5 ГВт/м². При этом давление в ударно-сжатом слое вблизи облучаемой поверхности составляло ~ 12,5 МПа, давление остаточных газов в рабочей камере ~ 100 Па, температура плазмы на срезе сопла ~ 104 К и длительность импульса ~ 100 мкс.

Композиционный электровзрывной проводник состоял из серебряной фольги следующего химического состава, % (масс.): 99,9Ag; 0,058Cu; 0,035Fe; 0,003Pb; 0,002 Sb; 0,002 Bi. В центральную часть фольги помещался порошок TiB₂ массой 200 мг. После электровзрывного напыления образцы подвергали воздействию импульсного электронного пучка на установке «Соло». Основные режимы электронно-пучковой обработки (ЭПО) представлены в таблице:

Режим, №	Плотность энергии пучка, Дж/см ²	Длительность пучка, мкс	Число импульсов	Частота импульсов, с ⁻¹
1	45	50	30	0.3
2	50	200	30	0.3
3	60	200	30	0.3
4	70	200	30	0.3

Структуру и элементный состав покрытия изучали с помощью сканирующего электронного микроскопа (КУКУ-ЕМ6900). Элементный состав определяли методом энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (ЭДС).

Рентгенографическое исследование выполняли на рентгеновском дифрактометре ДРОН-8Н, оснащенный параболическим зеркалом на первичном пучке и позиционно-чувствительным детектором Mythen 2R 1D (640 каналов, размер одного стрипа – 50 мкм). Ускоряющее напряжение, подаваемое на рентгеновскую трубку, составляло 40 кВ, ток – 20 мА. Съемки осуществляли без вращения образца. Идентификацию фазового состава, качественный и количественный фазовый анализ, а также уточнение параметров структуры выполняли при помощи программного комплекса «КДА – Кристаллография и дифракционный анализ» со встроенной картотекой порошковых стандартов (АО ИЦ «Буревестник», версия 2023-01-24-144022.8dec10c0f).

На *рис. 1* показаны дифрактограммы TiB₂–Ag покрытий, полученных электровзрывным методом. Обнаруженные рефлексы соответствуют фазам Cu₂O, Ag, TiB, Ag, Cu₄Ti₃, Cu, AgTi, B₂O₃, B₂O. Видно, что фазовый состав образцов различается.

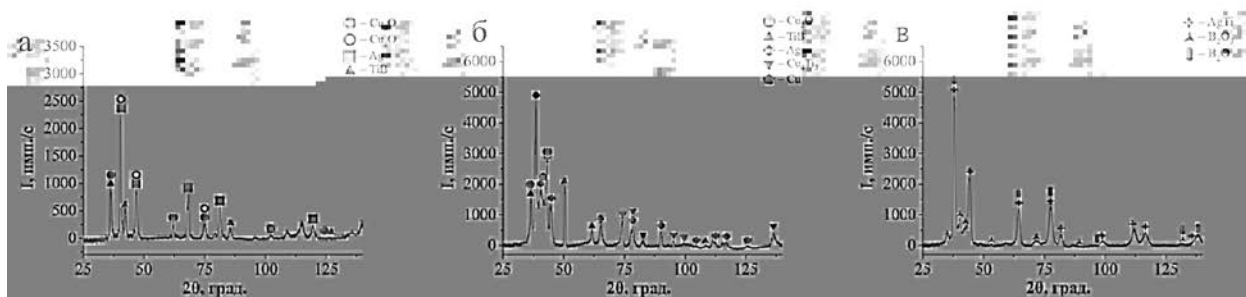


рис. 1. Рентгеновские дифрактограммы образцов №1 (а), №2 (б), №3 (в) с покрытием системы $\text{TiB}_2\text{-Ag}$, полученных электровзрывным напылением

В образце 1 обнаружены две фазы оксида меди с одинаковой кристаллической решеткой, но разными параметрами элементарной ячейки, что связано с неравновесными условиями нанесения покрытий, которые обуславливаются различными скоростями и физико-химическими параметрами частиц гетерогенного плазменного потока, образующегося при электрическом взрыве. Следует отметить, что полученные параметры фаз существенно отличаются от их эталонных значений. В образце 2 также выявлен оксид меди. Кроме того, в нем наблюдается медная фаза, соответствующая подложке.

Образец 3 существенно отличался по фазовому составу от образцов 1 и 2. Медь и содержащие медь фазы в нем не обнаружены. Покрытие в основном состоит из оксида B_2O_3 , его концентрация достигает 65 % (масс.).

На рис. 2а показана структура поперечного сечения и элементный состав покрытия $\text{TiB}_2\text{-Ag}$, нанесенного электровзрывным методом на медную подложку. Покрытие представляет собой серебристую матрицу с хаотично расположенными включениями TiB_2 . Средняя толщина покрытия составляет 100 мкм. Средний размер частиц колеблется в пределах от 3,64 до 3,44 мкм, что соответствует дисперсности порошка, применяемого при электровзрывном напылении. Крупные включения TiB_2 размерами 10 – 15 мкм формируются в серебристой матрице в результате сплавления двух – пяти частиц. Кластеры со средним размером более 30 мкм представляют собой агломерацию крупных включений и отдельных частиц. В объеме покрытия наблюдаются поры, средний размер которых составляет 3,5 мкм. Они возникли в результате выкашивания частиц TiB_2 при подготовки поперечных шлифов.

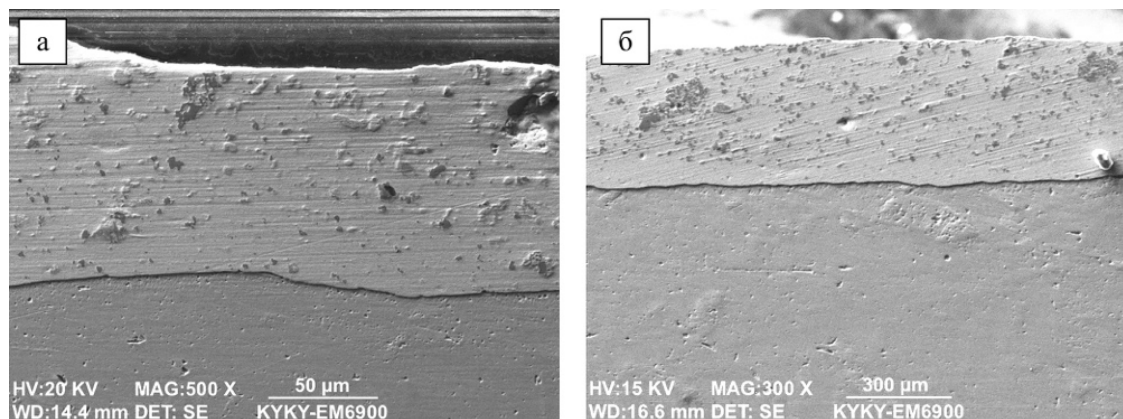


рис.2 СЭМ изображения структуры покрытия системы $\text{TiB}_2\text{-Ag}$, нанесенного электровзрывным методом (а), и модифицированных электронным пучком (б)

Для определения изменений фазового состава после ЭПО проводили рентгенофазовый анализ покрытий. Из рис. 3 видно, что фазовый состав покрытий значительно изменился. В образцах обнаружены фазы: TiB , Ag , Cu , Cu_2O , Ti , B_2O_3 , TiB_2 , Cu_2Ti .

Рефлексы между основными пиками серебра на рентгенограммах образца 3 видны лучше, чем в образце 1, но хуже, чем в образце 2. Образец 4 существенно отличается по фазовому составу от образцов 1 – 3 (рис. 3). На дифрактограмме образца 4 наблюдаются широкие рефлексы серебра и узкие рефлексы остальных фаз.

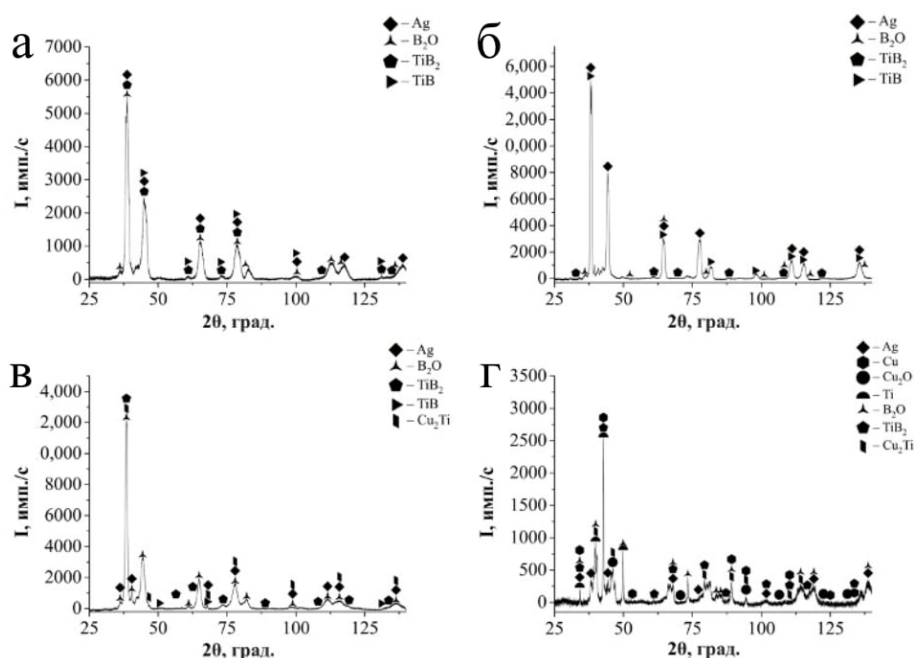


рис. 3. Рентгеновские диффрактограммы образцов №1 (а), №2 (б), №3 (в) с покрытием системы $\text{TiB}_2\text{--Ag}$, модифицированных электронным пучком

Показано, что увеличение энергии и времени импульса электронного пучка приводит к уменьшению содержания фазы Ag и увеличению коеффективности тугоплавких фаз TiB, Ti, B_2O , TiB_2 . В образцах 3 и 4 обнаружены медьсодержащие фазы, что может свидетельствовать о чрезмерном испарении серебряной матрицы и плавлении медной подложки под действием электронного пучка. Таким образом, можно сделать вывод, что режимы обработки 3 и 4 приводят к деградации покрытия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведена электронно-пучковая обработка покрытия системы $\text{TiB}_2\text{--Ag}$, нанесенного электровзрывным методом на медную подложку по четырем различным режимам. Установлено, что после электронно-пучковой обработки фазовый состав $\text{TiB}_2\text{--Ag}$ -покрытия существенно изменяется. Основные фазы модифицированного покрытия – Ag, TiB_2 и B_2O . С увеличением плотности энергии и длительности электронного пучка наблюдается снижение содержания легкоплавкой фазы Ag и увеличение количества тугоплавких фаз B_2O и TiB_2 . Из-за нагрева и плавления медной подложки избыточной энергией электронного пучка в покрытии образуются также медьсодержащие фазы Cu, Cu_2O и Cu_2Ti . Существенных изменений в структуре поперечного сечения, состоящей из серебряной матрицы и включений TiB_2 , не наблюдается. Однако средний размер частиц TiB_2 уменьшается до 2,88 – 3,21 мкм. Под воздействием термокапиллярных неустойчивостей, вызванных электронно-пучковой обработкой, в серебряной матрице покрытия образуется ячеистая структура.

Список источников

1. Grieseler R. et al. Copper-MAX-phase composite coatings obtained by electro-co-deposition: A promising material for electrical contacts // *Surface and Coatings Technology*. – 2017. – V. 321. – P. 219–228.
2. Wu C. et al. Influence of fabrication technology on arc erosion of Ag/10SnO2 electrical contact materials // *Journal of Alloys and Compounds*. – 2018. – V. 766. – P. 161–177.
3. Zhou Z. et al. Arc erosion characteristics evolution of Ag/Ti3SiC2 composites during repetitive arc breakdowns in SF6 gaseous medium // *International Journal of Applied Ceramic Technology*. – 2021. – V. 18, № 5. – P. 1716–1724.
4. Nilsson O., Hauner F., Jeannot D. Replacement of AgCdO by AgSnO/sub 2/ in DC contactors // *Proceedings of the 50th IEEE Holm Conference on Electrical Contacts and the 22nd International Conference on Electrical Contacts Electrical Contacts*, 2004. – 2004. – P. 70–74.
5. Wang X. et al. Investigation on preparation, microstructure, and properties of AgTiB2 composite // *Journal of Composite Materials*. SAGE Publications Ltd STM, – 2011. – V. 45, № 12. – P. 1285–1293.
6. Li C. et al. Discharge Characteristics and Dynamic Process of Directional Spraying Binary and Ternary Alloy Coating via Electrical Explosion Method // *Proceedings of the 4th International Symposium on Plasma and Energy Conversion / ed. Dai D. et al. Singapore: Springer Nature*, – 2023. – P. 302–311.
7. Romanov D.A. Improving die tooling properties by spraying TiC-Ti-Al and TiB 2 -Ti-Al electro-explosive coatings // *Material Research Express*. – 2020. – V. 7, № 4. – P. 045010.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ БЫСТРОРЕЖУЩЕГО ПОКРЫТИЯ, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ НАПЛАВКИ

Черепанова Галина Игоревна,

Гостевская Анастасия Николаевна, Громов Виктор Евгеньевич, Романов Денис Анатольевич

Сибирский государственный индустриальный университет

glcherepanova25@mail.ru

Аннотация. В данной работе проведены исследования наплавленных порошковой проволокой покрытий из быстрорежущей стали с добавками алюминия и азота, нанесенных на низколегированную сталь 30ХГСА. Методом сканирующей электронной микроскопии был проведен микроструктурный анализ в двух состояниях, а именно до высокотемпературного отпуска и после. Также в ходе работы было проведено измерение микротвердости полученных покрытий.

Ключевые слова: порошковая проволока, быстрорежущая сталь P2M9Ю, микроструктура, сталь 30ХГСА, твердость.

STUDY OF THE STRUCTURE AND PROPERTIES OF A HIGH-SPEED COATING OBTAINED BY ENERGY-SAVING SURFACING METHOD

Cherepanova G. I., Gostevskaya A. N., Gromov V. E., Romanov D. A., Siberian State Industrial University

Abstract. In this work, studies of powder wire-deposited coatings of high-speed steel with aluminum and nitrogen additives applied to low-alloy steel 30KhGSA were conducted. Microstructural analysis in two states, namely before and after high-temperature tempering, was carried out using scanning electron microscopy. Also, the microhardness of the obtained coatings was measured during the work.

Keywords: powder wire, high-speed steel P2M9U, microstructure, steel 30KhGSA, hardness.

За более чем сто лет применения быстрорежущих сталей в различных промышленных секторах произошла экономически обоснованная эволюция от традиционных марок, таких как P18 и P6M5, к современным вольфраммолибденовым сталям, включая P2M8 и P2M9 [1]. В настоящее время производство российской стали P2M9 практически прекращено, что ограничивает её применение. Исследования по модификации структуры и свойств этой стали с использованием современных технологий не ведутся. Более широкое распространение получила сталь P2M8, близкая по составу.

Добавление молибдена в быстрорежущих сталях (5-10%) существенно повышает их твердость, прочность и ударную вязкость в широком диапазоне температур. Высокая стабильность карбидов молибдена и ванадия при высоких температурах позволяет использовать молибденовые быстрорежущие стали как для изготовления режущих инструментов (сверл, фрез, пильных полотен и т.д.), так и для производства штампов. Молибдено-вольфрамовая инструментальная сталь EM1 (P2M9) характеризуется высокой износостойкостью, прочностью на сжатие, сохранением прочности при нагревании, высокой ударной вязкостью и хорошей обрабатываемостью. Эти свойства делают её востребованной для изготовления вырубных штампов и пуансонов для холодной штамповки, лезвий для резки листового металла, прутков и других изделий.

В настоящее время наплавка прокатных валков используется практически всеми металлургическими предприятиями для восстановления их работоспособности и повышения стойкости к износу. Современные технологии наплавки обеспечивают создание валков с прочной и вязкой сердцевиной, способной выдерживать значительные механические нагрузки, а также с износостойкой и термостойкой поверхностью. В результате, наплавка существенно увеличивает срок службы валков и снижает их расход.

В работах [2, 3] были проведены исследования по применению покрытий, наплавленных порошковой проволокой, на валках холодной прокатки. По результатам испытаний была подтверждена перспективность дальнейших разработок в этой области. В связи с этим, целью настоящего исследования является анализ структуры покрытий из стали P2M9Ю после выполнения процесса наплавки и высокотемпературного отпуска.

Настоящее исследование посвящено изучению свойств наплавленного покрытия из быстрорежущего сплава P2M9Ю с добавками алюминия и азота, нанесённого на низколегированную сталь 30ХГСА применяемого в бережливом производстве, за счет его экономической выгоды и простоты изготовления. В работе использовался метод плазменной наплавки с использованием азота в качестве защитно-легирующей среды и алюминия в составе порошковой проволоки. Азот, вводимый непосредственно в газовую фазу, повышает твердость рабочего слоя. Алюминий связывает избыточный азот, образуя мелкодисперсные нитриды,

которые дополнительно упрочняют металл. Предложенный метод обеспечивает оптимизацию расхода материала по сравнению с традиционным литейным способом производства сплава.

Наплавка проводилась на установке УД-417 с использованием порошковой проволоки ПП-Р2М9Ю диаметром 3,7 мм.

Для предотвращения образования трещин, характерных для теплостойких сталей, использовался низкотемпературный предварительный и сопутствующий подогрев. Из наплавленного покрытия были вырезаны образцы, которые подвергались механической и электролитической обработке для удаления деформированного слоя. Часть образцов была дополнительно подвергнута высокотемпературному отпуску. С помощью сканирующего электронного микроскопа KYKY-ЕМ6900 и прибора HVS-1000A были проведены исследования микроструктуры и микротвердости полученных покрытий в двух состояниях.

Микроструктурный анализ наплавленного покрытия демонстрирует поликристаллическую структуру с размерами зерен от 10 до 60 мкм (*рис. 1*). Характерной особенностью является наличие непрерывной сетки ледебуритной эвтектики, проходящей по границам этих зерен. Эта эвтектика представляет собой мелкодисперсную смесь карбидов и ферритной (или аустенитной, в зависимости от химического состава и условий охлаждения) матрицы.

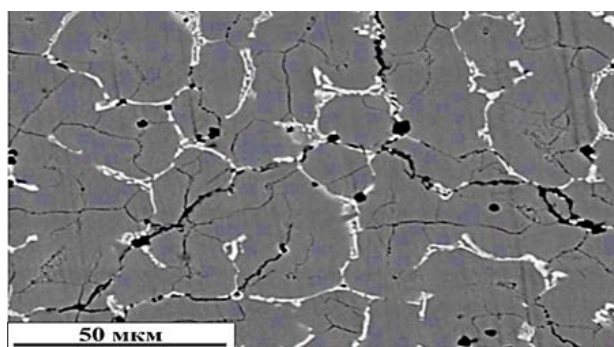


рис. 1. Микроструктура верхнего слоя покрытия из быстрорежущей стали Р2М9Ю до отпуска

Более детальное исследование, проведенное с помощью рентгеноспектрального микроанализа, выявило преимущественное содержание в эвтектике карбидов молибдена и хрома, которые, согласно полученным данным, локализованы преимущественно вдоль границ зерен, формируя так называемую "карбидную сеть". Данная сеть играет ключевую роль в механических свойствах покрытия, обеспечивая высокую износостойкость и жаропрочность. Важно отметить, что распределение карбидов не является абсолютно однородным; наблюдаются участки с более высокой и более низкой концентрацией карбидов. Это может быть связано с неоднородностью процесса наплавки или влиянием других легирующих элементов.

Ключевой особенностью структуры является неравномерное распределение алюминия. Он присутствует в виде крупных включений неправильной глобулярной формы, а также в виде более мелких включений, рассеянных внутри зерен. Кроме того, алюминий обнаружен и по границам субзерен. Такая сегрегация алюминия может быть следствием ограниченной растворимости алюминия в основной матрице сплава при данных условиях кристаллизации. Наличие алюминия по границам зерен может оказывать значительное влияние на коррозионную стойкость и высокотемпературные характеристики покрытия, потенциально способствуя образованию защитных оксидных слоев.

Структура наплавленного покрытия после термической обработки (отпуска) претерпевает относительно небольшие, но значимые изменения, которые можно детально изучить с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Наблюдается увеличение размеров крупных включений алюминия. Более того, включения алюминия, локализованные по границам зерен и субзерен исходной структуры, фрагментируются, распадаясь на мелкодисперсные частицы. Это явление хорошо иллюстрируется сравнением микроструктурных изображений до и после отпуска (*рис. 2*). Важно отметить, что степень фрагментации включений алюминия зависит от параметров отпуска – температуры и времени выдержки. Более высокие температуры и длительное время выдержки могут привести к более выраженному распаду включений.

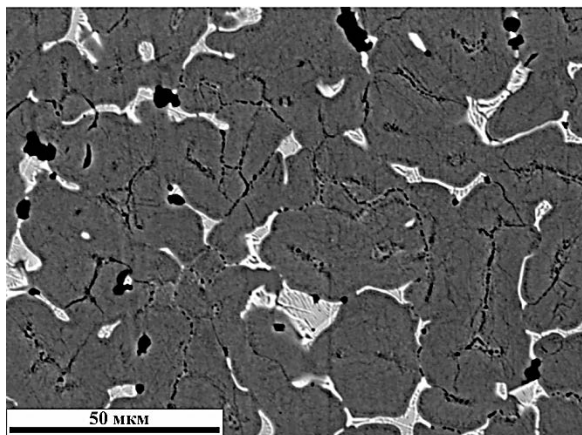


рис. 2. СЭМ-изображение участка поверхности покрытия быстрорежущей стали P2M9Ю после высокотемпературного отпуска

Результаты анализа показывают существенное изменение фазового состава. До отпуска, структура наплавленного слоя не демонстрировала наличия мартенсита. Однако, после отпуска в структуре стали отчетливо проявляются мартенситные иглы размером 5 – 15 мкм. Образование мартенсита – результат мартенситного превращения при охлаждении после отпуска.

Появление мартенсита непосредственно влияет на механические свойства покрытия. Значительное повышение микротвердости поверхности с 570 до 780 HV подтверждает это. Градиент микротвердости, уменьшающийся от поверхности до глубины 9 мм до значения 640 HV, свидетельствует о неоднородности структуры наплавленного слоя и интенсивности взаимодействия между наплавленным материалом и подложкой из стали 30ХГСА.

Заключение. Важно отметить, что покрытия из быстрорежущей стали P2M9Ю демонстрируют поликристаллическую структуру, где локальные включения алюминия, обнаруженные в структуре покрытия, можно рассматривать как элемент, способствующий формированию карбидной сетки, оказывающей благоприятное воздействие на прочность материала. После четырехкратного высокотемпературного отпуска методом световой микроскопии выявляются мартенситные иглы размерами от 5–15 мкм. При этом микротвердость покрытий в верхнем слое возрастает от 570 до 780 HV. Высокое качество инструментальной стали, используемой для изготовления режущих инструментов, гарантирует устойчивость режущей кромки и предсказуемость процесса обработки. Это, в свою очередь, минимизирует риск возникновения дефектов при обработке деталей и сокращает необходимость в корректирующих операциях.

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда № 23-19-00186, <https://rscf.ru/project/23-19-00186>

Список источников

1. Kremnev L.S. From High-Speed Tungsten Steel to High-Temperature Molybdenum Steel: A Century of High-Speed Steel. // *Steel in Translation*. – 2009. – V.39. №12 – P. 1111-1118
2. Малушин Н.Н., Романов Д.А., Ковалев А.П., Семин А.П., Громов В.Е. Распределение микротвёрдости и структуры по слою теплостойкого сплава высокой твердости, сформированного многослойной плазменной наплавкой в среде азота // *Известия высших учебных заведений. Физика*. 2021. Т. 64. № 7. С. 75—80.
3. Малушин Н.Н., Романов Д.А., Громов В.Е., Бащенко Л.П., Семин А.П. Напряженное состояние в наплавленных прокатных валках с высокой твёрдостью поверхностного слоя, сформированного плазменной наплавкой в среде азота // *Известия высших учебных заведений. Физика*. 2023. Т. 64. № 12. С. 11—18.

Научное издание

**ХIII Инновационный конвент
«КУЗБАСС: ОБРАЗОВАНИЕ, НАУКА, ИННОВАЦИИ»,
посвященный 80-й годовщине Победы в Великой Отечественной войне
1941–1945 годов
(14 февраля 2025)**

**Часть 2
Секции 12–19**

Сборник тезисов докладов

Издаётся в авторской редакции

16 +

Подписано к использованию 30.04.2025.
Объем 14,7 Мб. Заказ № 52. Тираж 10 экз.
КемГУ, 650000, г. Кемерово, ул. Красная, 6.