



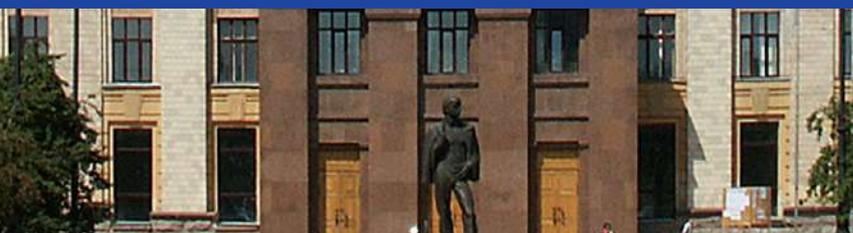
Южно-Уральский
государственный
университет

Национальный
исследовательский
университет

приоритет2030[^]
лидерами становятся



НАУЧНЫЕ РАЗРАБОТКИ ЮУрГУ - 2022



г. Челябинск



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Южно-Уральский государственный университет

НАУЧНЫЕ РАЗРАБОТКИ ЮУрГУ - 2022

Альманах

Челябинск
Издательский центр ЮУрГУ
2023

УДК 378 + 001
ББК Ч448.47 + Ч25
Н347

Редакционная коллегия:

к.ф.-м.н., и.о. ректора А.Р. Вагнер (председатель),
д.т.н., профессор, президент А.Л. Шестаков,
д.х.н., профессор, советник при ректорате Г.П. Вяткин,
д.т.н., доцент, первый проректор – проректор по научной работе А.В. Коржов,
д.э.н., профессор, проректор по учебной работе И.П. Савельева.

*Одобрено
Советом Южно-Уральского государственного университета*

Научные разработки ЮУрГУ - 2022: альманах. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2023. – 142 с.

ISBN 978-5-696-05345-5

Национальный исследовательский Южно-Уральский государственный университет – авторитетный научно-образовательный центр, обладающий глубоким интеллектуальным потенциалом, признанным в российском академическом сообществе. В 2022 году ЮУрГУ (НИУ) успешно реализует программу стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» по треку «Исследовательское лидерство», что способствует повышению уровня научных исследований с целью выхода на мировой уровень стратегического развития.

В альманахе приводятся результаты основных научных и научно-технических разработок университета, полученные в 2022 году в ходе выполнения работ по проектам, осуществляемым в рамках Постановления Правительства РФ № 220, Постановления Правительства РФ № 218, государственного задания на выполнение фундаментальных научных исследований, при финансировании Российским научным фондом, в рамках федерального проекта «Платформа университетского технологического предпринимательства», а также при реализации хозяйственных работ.

УДК 378 + 001
ББК Ч448.47 + Ч25

ISBN 978-5-696-05345-5

© Издательский центр ЮУрГУ, 2023

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Южно-Уральский государственный университет в соответствии со стратегией научно-технологического развития Российской Федерации реализует крупные научные междисциплинарные проекты в области интеллектуального производства, материаловедения и экологии. 2022 год был ознаменован рядом достижений в научно-исследовательской деятельности.

ЮУрГУ успешно защитил годовой отчет участников трека «Исследовательское лидерство» программы «Приоритет 2030». Стратегия развития университета направлена на формирование фундаментальных знаний мирового уровня и научные разработки в области интеллектуального производства, новых перспективных материалов и «зеленых технологий». Эти важные для региона и страны направления заложены в основу стратегических проектов нашего университета. Для их реализации мы создаем научные лаборатории под руководством ведущих зарубежных ученых, в том числе молодежные конструкторские бюро и инжиниринговые центры.

Под руководством экспертов мирового уровня в ЮУрГУ работает 12 международных исследовательских лабораторий. Университет формирует необходимые условия для воплощения идей молодых ученых и повышения востребованности инженерного образования. Сегодня наши молодые ученые реализуют 20 крупных междисциплинарных проектов.

В 2022 году два масштабных проекта ученых ЮУрГУ получили поддержку в рамках конкурса по программе мегагрантов Министерства науки и высшего образования Российской Федерации. Соответствующее решение принято Советом по грантам Правительства РФ. Проекты «Инженерия состояний света для квантовых вычислений и сенсорики» и «Инновации для очистки воздуха и воды, снижения углеродного следа: наноматериалы и нанокompозиты, фотокаталитические и электрохимические подходы» направлены на получение прорывных научных результатов, решение конкретных задач в рамках направлений, определенных в Стратегии научно-технологического развития РФ, а также на подготовку высококвалифицированных научных кадров. Программа мегагрантов предусматривает поддержку научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых мирового уровня в российских вузах, научных учреждениях и государственных научных центрах.

ЮУрГУ выполняет функции регионального проектного офиса Уральского межрегионального научно-образовательного центра мирового уровня, один из приоритетов которого — исследования в области новых технологий. В декабре 2022 года университет на конкурсной основе получил 148 млн рублей на реализацию семи научно-технических проектов в рамках грантов Челябинской области и проектов УМНОЦ. Это очень важная победа. Проекты Южно-Уральского государственного университета направлены на решение задач в области импортозамещения и обеспечения технологической независимости в автомобилестроении и машиностроении, создания экологичного производства и переработки шлаков медеплавильного производства, развития современных цифровых технологий управления высокотехнологичным продуктом и автоматизации управления в электроэнергетике.

Эффективно управляя ресурсами, университет обеспечивает высокое качество научных исследований и разработок. Профессиональное научное сообщество по достоинству оценивает их глубину и практическую значимость. На новом этапе развития наша задача – создавать научную продукцию, соответствующую мировому уровню, и коммерциализировать ее в разработки высокотехнологичной индустрии страны.

В последнее время рейтинги – это поле конкурентной борьбы, выходящей за рамки образовательного процесса. Они становятся частью геополитической стратегии государств, делающих ставку в виде материальной поддержки своих университетов. ЮУрГУ – единственный вуз Челябинской области, который входит в Московский международный рейтинг «Три миссии университета». Мы занимаем 32–38-ю позиции среди российских вузов и 901–1000-ю позиции в мировом рейтинге.

Благодаря компетенциям ученых ЮУрГУ занял достойные места в 9 предметных рейтингах. По направлению «Машиностроение и робототехника» университет получил 64,36 балла (12-е место по России), «Авиационная и ракетно-космическая техника» — 58,58 балла (8-е место), «Менеджмент» — 53,9 балла (19-е место), «Строительство» — 65,71 балла (11-е место), «Технологии материалов» — 47,63 балла (17-е место). Развивая проект «Экология постиндустриальной агломерации», университет



оказался в двадцатке лучших вузов страны и по таким направлениям, как «Химические технологии» — 52,3 балла (12-е место по России), «Химия» — 38,1 балла (17-е место), «Экология» — 50,93 балла (20-е место), а также «Энергетика, энергетическое машиностроение и электротехника» — 65,04 балла (11-е место).

Реализация программы «Приоритет 2030» осуществляется за счет развития различных направлений деятельности университета. Одно из них – кампусная политика, в рамках которой ЮУрГУ участвует в создании межуниверситетского кампуса. Сегодня нашей стране необходим технологический суверенитет, нужны новые прорывные разработки. Кампус объединит усилия и ресурсы ведущих университетов Южного Урала, органов власти и предпринимательского сектора. Появятся новые лаборатории, новые возможности для ведения научной деятельности. Самое современное техническое и технологическое оснащение будет способствовать привлечению талантливой молодежи и повышению качества обучения студентов.

Особое внимание в программе «Приоритет 2030» уделяется развитию цифровых технологий. В университете уже действуют площадки, ориентированные на инженерные приложения. В 2022 году открыта лаборатория обработки больших данных, а также создан ряд новых исследовательских лабораторий, которые станут основой Центра искусственного интеллекта для исследований в области промышленности и биометрии, нейросетевых технологий и квантовых вычислений.

Успешное развитие научного блока находит отражение в высокорейтинговых публикациях. За 2022 год в базе данных Scopus проиндексировано 1374 статьи, наблюдается увеличение доли журнальных статей (45 % в 2017 г., 69 % в 2020 г., 93 % в 2022 г.), увеличивается доля публикаций в высокорейтинговых изданиях (Топ-10 – 6 % в 2021 г., 8 % в 2022 г.; Топ-25 – 21 % в 2021 г., 24 % в 2022 г.; Топ-50 – 49 % в 2021 г., 56 % в 2022 г.).

Стратегическая цель ЮУрГУ – глобальное научное и технологическое лидерство, внедрение разработок в промышленность Большого Урала, тиражирование успешного опыта для социально-экономического развития России. Команда национального исследовательского университета готова обеспечивать цифровую трансформацию и повышение конкурентоспособности металлургическим и машиностроительным предприятиям. В декабре 2022 года университет представил инновационные проекты на II Конгрессе молодых ученых. Это масштабное мероприятие позволяет находиться на острие науки и грамотно выстраивать цепочку научных исследований.

Уважаемые коллеги, благодарю вас за преданность науке и ежедневный кропотливый труд! Ваша высокопрофессиональная результативная работа позволяет Южно-Уральскому государственному университету динамично развиваться, несмотря на вызовы времени. Убежден, что у нашего коллектива большой научный потенциал. Искренне желаю вам удачи в научном поиске! Новых инновационных идей, достижений и побед!

ДОСТИЖЕНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ И ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Успешная реализация программы стратегического академического лидерства «Приоритет – 2030»

Команда Южно-Уральского государственного университета успешно защитила перед Советом по грантам Министерства высшего образования и науки РФ отчет об участии в федеральной программе «Приоритет 2030» по треку «Исследовательское лидерство» за 2021–2022 гг. Для дальнейшей реализации заявленной программы развития университета в 2023 году государством выделено 117 млн руб.

Целью **Стратегического проекта № 1 «Интеллектуальное производство»** является обеспечение цифровой трансформации и повышение конкурентоспособности металлургических и машиностроительных предприятий РФ за счет внедрения систем управления состоянием технологических процессов, изделий и оборудования.

Научные направления проекта: 1) беспроводные промышленные сети и самодиагностирующиеся сенсоры; 2) методы обработки, передачи, хранения и защиты информации на основе ИИ и квантовых вычислений; 3) многомасштабное мультифизическое моделирование технологических процессов; 4) цифровой инжиниринг и реинжиниринг в области машиностроения, энергетики и станкостроения.

В рамках направления № 1 для базовой технологии квантовой, беспроводной и самодиагностирующейся сенсорики разработана технология создания интерферометра Хонга-Оу-Манделя, основанная на источнике квазивырожденных бифотонов и позволяющая измерять малые смещения, что обеспечивает в 2 раза большую точность измерений.

Разработана IIoT-технология на частоте 868 МГц, отличающаяся оптимальным для промышленности соотношением параметров дальности, связи, скорости передачи данных и энергоэффективности. Технология реализована в доменном цехе, цехе водоснабжения и сортовом цехе ПАО «ММК». Разработан опытный образец нового модуля с поддержкой протоколов связи ZigBee и BLE.

Разработана теория решения обратных задач с саморегуляризацией при неполных данных и теория оптимальных динамических измерений. Теория позволит разработать методы метрологического самоконтроля и коррекции результатов измерений.

В рамках направления № 2 проведены теоретические и экспериментальные исследования генерации максимально запутанных состояний фотонов для задач квантовой метрологии и сенсорики. Открыта лаборатория «Квантовая инженерия света» по 220 ПП под руководством Кулика С.П. (квантовый центр МГУ).

Для базовой технологии цифрового двойника металлпрокатного стана холодной прокатки создана и обучена нейросетевая модель, отслеживающая режим его работы. Модель эффективно реагирует на появление сбоев в работе, качество входного подката и зарождение трещин в плитах системы осевой сдвижки валков. Модель применима для предсказания аварийных и предаварийных ситуаций, связанных с остановкой стана из-за трещин в плитах.

Для базовой технологии управления мобильными роботами разработан прототип аппаратно-программного контроллера для автономной системы машинного зрения на основе искусственных фасеточных глаз. Контроллер базируется на программируемой логической интегральной схеме и проводит первичную обработку двух видеопотоков в реальном времени, что снижает на несколько порядков поток информации для обработки в нейросети по сравнению с аналогами.



токов в реальном времени, что снижает на несколько порядков поток информации для обработки в нейросети по сравнению с аналогами.

Создана серия нейросетевых моделей и алгоритмов, позволяющих с эффективностью выше на порядок, чем у аналогов, решать задачи поиска аномалий и восстановления пропусков временных рядов, выделять полезный сигнал из зашумленного звукового потока, прогнозировать развивающиеся процессы, распознавать и фильтровать шумы растровых изображений. Открыта лаборатория «Большие данные и машинное обучение».

В рамках направления № 3 для базовой технологии цифрового двойника кристаллизатора машины непрерывного литья разработана модель гидравлического расчета медной стенки. Модель позволяет без дорогостоящих экспериментов проектировать систему охлаждения, прогнозировать возможность аварийных и предаварийных ситуаций, связанных с охлаждением кристаллизатора.

В рамках направления № 4 университет решает задачу обеспечения технологического суверенитета в области машиностроения. Реализуются проекты по 218 ПП РФ: «Арктический автобус» (УралАЗ и МГТУ им. Н.Э. Баумана); «Создание экологически чистых универсальных коммунальных машин» [АО «Кургандормаш»]; «Многоуровневый преобразователь частоты» с ООО «НТЦ «Приводная техника», использование которого позволит повысить энергоэффективность системы на 12... 15%.



Целью **Стратегического проекта № 2 «Фундаментальные основы синтеза и эксплуатации перспективных материалов»** является разработка новых перспективных материалов для двигателестроения, сенсорики, металлургии и экологии.

В рамках проекта ведётся работа по следующим направлениям: 1) многомасштабное моделирование; 2) синтез новых материалов конструкционного и функционального назначения; 3) высокоэнтропийные сплавы и технологии их наплавки для нужд двигателестроения.

В рамках направления № 1 для базовой технологии цифрового моделирования и испытания материалов разработана концепция неорбитальной квантовой кристаллографии, позволяющая производить оценку механических свойств в цифровых двойниках композитных материалов на уровне свойств электронной плотности. Реализуется грант РНФ «Многомасштабное моделирование структуры материалов» совместно с профессором Цирельсоном В.Г. (h-index: 36), заведующим кафедрой «Квантовой химии» РХТУ имени Д.И. Менделеева.

В рамках направления № 2 Для базовой технологии изготовления конструкционных полимерных композитных материалов нового поколения разработан гибридный углепластик с псевдоизотропной укладкой. За счет использования комбинации высокопрочных и высококомодульных волокон стандартной толщины удалось снизить эффективный коэффициент концентрации с 1,74 до 1,15. Ранее подобный результат был получен только на дорогах ультратонких армирующих наполнителях.



Для базовой технологии самовосстанавливающихся материалов в энергетике совместно с СПбГУ (проф. Исламов Р.М.) проведены исследования серии составов полисилоксанов на восстановление изоляционных свойств после электрических пробоев.

Создан прототип датчика температуры, самокалибрующегося по реперным точкам фазового перехода 2-го рода (температура Кюри) химически и термически устойчивого функционального материала на основе ферритов переменного состава. Диапазон калибровки от -264 до +596 °C по 5 точкам (импортные аналоги по 1 точке).

Экспериментально получена нержавеющая сталь, отличительной особенностью которой является использование в составе азота вместо углерода. Проведено термодинамическое моделирование условий усвоения азота и предложен оптимальный вариант для получения бездефектного слитка. На производственной площадке Златоустовского металлургического завода выплавлены слитки массой 1 т.

В рамках направления № 3 получены новые образцы высокоэнтропийных интерметаллидов. Изучена структура и начаты работы по изучению их свойств. Для реализации данных работ открыты две научные лаборатории: «Высокоэнтропийные материалы» и «Проблемы утилизации современных многокомпонентных материалов со сложной структурой». Привлечена команда академика РАН Ремпеля А.А. (h-index 30).

Разработаны основы технологии селективного электрохимического разделения сложносоставных металлических сплавов с полным возвращением компонентов перерабатываемых материалов в промышленный цикл.

Помимо фундаментальных результатов – информации о структуре и свойствах этих веществ – полученные данные позволили предложить новый материал для нагревателей в печах сопротивления, заменяющий традиционный

силицид молибдена, недостаточно стойкий к окислению при относительно низких температурах. Стойкость полученных образцов высоко-энтропийного силицида при температуре 500 °C превышает стойкость силицида молибдена в 4 раза.

В целях импортозамещения при разработке перспективных сплавов для нагруженных деталей двигателей внутреннего сгорания в лабораторных условиях выплавлены алюмокремниевые сплавы на основе эвтектических (12 % кремния) и заэвтектических (18 и 21 % кремния) составов с дополнительным легированием медью, магнием, никелем, марганцем. Работы проводятся совместно с лидером отрасли – Челябинским тракторным заводом.

Реализуется дорожная карта взаимодействия с НИЦ «Курчатовский институт». На синхротронной установке КИСИ проведены исследования пяти образцов созданных в ЮУрГУ ферритов. Исследования позволили определить структуру кристаллической решетки и выявить наиболее оптимальные варианты замещения атомов.

Целью **Стратегического проекта № 3 «Экосреда постиндустриальной агломерации»** является



улучшение состояния экологии постиндустриальных агломераций. Основные направления реализации проекта: 1) очистка воздуха, включая экологический мониторинг загрязнений от промышленности и транспорта; 2) очистка технологической воды; 3) переработка отходов различного происхождения. 4) разработка новых технологий для минимизации экологической нагрузки; 5) биоразлагаемые материалы; 6) экотехнологии ресурсосбережения для АПК.

В рамках направления № 1 разработана облачная Web-версия программного комплекса экологического мониторинга и прогнозирования рассеивания загрязняющих веществ от предприятий в атмосферном воздухе «Экомонитор». Конкурентными преимуществами являются режим реального времени, возможность индивидуальной настройки разработанной модели SUSUPLUME под конкретное предприятие.

Разработана система экологического мониторинга AIMS Eco, построенная на нейросетевых алгоритмах, которая позволяет обеспечивать функционал сбора, обработки и прогнозирования с высокой точностью выбросов от автотранспорта в режиме реального времени с использованием минимального количества сенсоров и вычислительных ресурсов. Развернуты два цифровых поста (AIMS Eco) в г. Перми по лицензионному договору.

При сотрудничестве с ВНИИМ им. Д.И. Менделеева разработана базовая технология прогнозирования выбросов загрязняющих веществ из дымовых труб тепловых электростанций на основе нейросетевых алгоритмов. Предиктивная модель с точностью не менее 93 % прогнозирует концентрации CO₂, расход газовой смеси и температуру газовой смеси в дымовой трубе на основе динамических параметров технологического процесса предприятия.

В рамках проекта «Интеллектуальный аэрофотомониторинг сельскохозяйственных, лесных и водных угодий» разработан детерминированный алгоритм прогнозирования временных рядов на основе квазилинейных моделей анализа данных, использующий метаэвристическую оптимизацию для улучшения обнаружения сорняков на снимках пшеницы, сделанных дронами. Точность обнаружения составила 97,7 %.

Разработаны покрытия (краски) с бактерицидными свойствами и эффективностью очистки от PM10 – на 15 % и от PM2,5 – на 25 % выше зарубежного аналога SUNSPACE.

В рамках направления № 2 разработан гранулированный композитный фотокатализатор, состоящий из инертной основы и наночастиц со структурной формулой TiO_2/SiO_2 . В лабораторных условиях показано, что эффективность наночастиц, входящих в состав гранул, в 5 раз выше самого продуктивного коммерческого аналога Evonik P-25. Отработана методика фотодеструкции фенолов и их производных в сточных водах под действием УФ-облучения.

В рамках направления № 3 создана основа теории восстановления металлов водородом: разработана математическая модель, позволяющая количественно оценить влияние термодинамических параметров на скорость процесса восстановления металлов. Определен химический и фазовый состав медеплавильного шлака, железомарганцевой и железной руды различных месторождений, необходимый для разработки лабораторных технологических режимов селективного восстановления и извлечения металлов из комплексных руд и отходов.

В рамках направления № 4 для создания литиевых аккумуляторов и хранилищ водорода изучены возможности управления сорбционными свойствами материала по отношению к водороду за счет модификации его поверхности сторонними атомами и структурными дефектами. Обнаружены метастабильные комплексы углеродной нанотрубки с атомами кислорода и гидроксильной группой на ее поверхности, являющиеся активными центрами адсорбции лития, увеличивающие его энергию связи примерно на 1 эВ.

Синтезированы высокоэффективные органические светоизлучающие молекулы для светодиодов, обладающие свечением в ближней ИК области спектра от 700 до 850 нанометров. Впервые показано, что сконструированные инфракрасные светодиоды обладают высокой внешней квантовой эффективностью в 1,2 %, что близко к теоретическому пределу для флуоресцентных светодиодов на основе малых органических молекул.

В рамках направления № 5 по созданию природоподобных технологий переработки вторичных ресурсов АПК в биоразлагаемые материалы разработаны новые рецептуры биокомпозита на основе включения гидрофобных природных компонентов: воск рисовых отрубей, альгинат натрия. Доказана возможность повышения влагоудерживающей способности биокомпозиционных материалов в 10–15 раз.

В рамках направления № 6 разработана опытная установка для обработки холодным плазменным излучением зерновых масс с сохранением нативных свойств. Доказана высокая стерильность сырья без применения химических компонентов.

Совместно с Челябинским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды изучен механизм образования формальдегида в атмосферном воздухе г. Челябинска.

Целью **Стратегического проекта № 4 «Здоровье человека в эпоху цифровой трансформации общества»** является создание персонализированных методов здоровьесбережения.

В рамках проекта достигнуты следующие результаты:

1. НИЛ Компьютерного моделирования лекарственных средств реализует проекты на авторском программном обеспечении на основе квантово-химического метода (www.chemosophia.com – зарегистрировано 5200 пользователей из 46 стран мира):

1.1. Разработка моделей противоопухолевых средств для лечения последствий стресса: разработаны 5 новых противоопухолевых агентов, которые прошли успешные предварительные биологические испытания *in vitro* и *in vivo*. Наиболее эффективным в качестве фармакофора для лечения рака легких признан BP-1C.

1.2. Разработка моделей противовирусных средств: идентифицирован новый противовирусный агент (лиганд S54) против SARS-CoV-2, являющийся более сильным связующим, чем известный ингибитор SARS-CoV S5AA09E3.

2. Создан инструмент комплексной оценки неоднородности групп древнего населения по данным анализа антропологических останков методами геохимии: разработана и апробирована методика создания карт на основе методов пространственного анализа, которая может тиражироваться для других территорий; созданы карты фоновых значений изотопов стронция, позволяющие диагностировать миграции и мобильность древнего населения. Это позволило оценить влияние процессов миграции, вмещающего ландшафта, экологии территорий, а также питания и особенности диет на здоровье человека.

3. Совместно с Объединенным институтом ядерных исследований разработана уникальная система интеллектуального анализа видеозаписей поведенческих экспериментов с лабораторными животными. Система позволяет исследовать влияние радиации на когнитивные способности, прогнозировать последствия для здоровья и разрабатывать защитные меры.

4. Разработана модель классификации рака молочной железы, основанная на алгоритме хаотического поиска воровья для оптимизации гиперпараметров глубоких нейронных сетей, которая позволяет классифицировать рак молочной железы по гистопатологическим изображениям с точностью 98,6 % на эталонном наборе данных, превосходя лучшие зарубежные аналоги.

Проекты, реализуемые в рамках Постановления № 218 и № 220 Правительства РФ

При поддержке Правительства РФ в рамках постановления № 218 продолжается реализация трех проектов по созданию высокотехнологичного производства: «Арктический автобус», общий объем финансирования которого на 2021–2023 гг. составляет 497 млн руб., «Экологически чистые универсальные коммунальные машины», общий объем финансирования на 2022–2024 гг. – 244,5 млн руб.; «Комплектные транзисторных устройства на базе многоуровневых преобразователей частоты», общий объем финансирования на 2022–2024 гг. – 125 млн руб.



В декабре 2022 г. был поддержан еще один проект ЮУрГУ и Уральского инженерингового центра – «Создание высокотехнологичного производства электрогидравлических усилителей мощности с электромеханическим преобразователем электродинамического типа с расширенным частотным диапазоном».

В 2022 году 2 масштабных проекта ученых ЮУрГУ получили поддержку в рамках конкурса по программе «мегагрантов» Минобрнауки России: «Инженерия состояний света для квантовых вычислений и сенсорики» (138,5 млн руб.) и «Инновации для очистки воздуха и воды, снижения углеродного следа: наноматериалы и нанокompозиты, фотокаталитические и электрохимические подходы» (108 млн руб.).

Проекты, получившие поддержку региона по разработке импортозамещающей продукции.

В конкурсном отборе на предоставление субсидий на реализацию научно-технических проектов Челябинской области, включенных в перечень проектов Уральского межрегионального научно-образовательного центра мирового уровня «Передовые производственные технологии и материалы», в 2022 году было поддержано 8 научно-технических проектов, 7 из которых будут выполняться на базе ЮУрГУ:

1. «Разработка отечественного программного комплекса для управления, настройки и диагностики следящего гидропривода с гидростатическими направляющими в рамках проекта «Разработка и создание производства следящих гидроприводов с гидростатическими направляющими (СГ с ГСН)» с предприятием ООО «УриЦ» на сумму 28,098 млн руб.

2. «Комплексная переработка техногенных отходов» с предприятием ООО «ИЦ АС Теплострой» на сумму 24,048 млн руб.

3. «Применение современных цифровых инновационных решений интеллектуальных систем диагностики и передачи данных в малогабаритных комплектных распределительных устройствах производства ООО «ЧЗЭО» с ИП Камынин А.И. на сумму 7 млн руб.

4. «Создание импортозамещающего высокотехнологичного производства безизоцианатных полиуретанов широкого спектра применения» с предприятием ООО Завод «СТИ ППУ» на сумму 15,441 млн руб.

5. «Разработка серии импортозамещенных электрических машин (конструкторской документации, технологии производства) для системы верхнего привода на базе синхронных реактивных и асинхронных электродвигателей» с предприятием ООО «СЗСЭМ» на сумму 24,554 млн руб.

6. «Разработка и освоение в производстве раздаточных коробок с перспективным техническим уровнем для полноприводных автомобилей и колесной техники отечественного производства в рамках реализации направления по импортозамещению компонентной базы» с предприятием АО «АЗ «Урал» на сумму 25,314 млн руб.

7. «Гибкое интеллектуальное производство компонентов машиностроения для критических технологий российской промышленности, обеспечивающих технологическую безопасность страны» с предприятием ООО «ТЭК-Спецмаш» на сумму 23,542 млн руб.

Государственное задание на выполнение фундаментальных научных исследований

Министерством науки и высшего образования РФ в 2022 году выделено финансирование в размере 66,6 млн руб. на проведение фундаментальных исследований в рамках 5 проектов (в том числе 1 нового):

- математические основы, модели и алгоритмы цифровой индустрии;
- на пути к новым гибридным материалам: цифровое моделирование структуры и свойств от атомномолекулярного уровня до наночастиц;
- фундаментальные основы разработки цифровых двойников процессов аддитивных технологий, высокоскоростной механической обработки и обработки металлов давлением прокатки;
- изучение региона в контексте глобальноисторических связей с помощью методов цифровой гуманитаристики (на примере Челябинска и Челябинской области);
- исследование физико-химических, газодинамических процессов и напряженно-деформированного состояния двигательных установок с центральным телом для многоразовых ракет-носителей.

Грантовая поддержка

Ежегодно сотрудники университета реализуют проекты при поддержке РНФ и РФФИ. В 2022 году выполнялись работы по 60 научным проектам по различным областям наук, в том числе начата реализация 7 новых крупных проектов РНФ. Российским научным фондом поддержано 30 новых проекта университета, из них 19 региональных проектов:

- проект Барташевич Е.В. «Тетрельные связи в химических соединениях подгруппы углерода: многомасштабное моделирование структуры и направленная функционализация материалов» получил поддержку в размере 21 млн руб.;
- проект Соломина Е.В. «Методология многопараметрической оптимизации опреснительной установки для грунтовых и морских минеральных вод на основе возобновляемых источников энергии» получил поддержку в размере 20,7 млн руб.
- проект Крупновой Т.Г. «Эколого-геохимические

закономерности распределения и идентификация источников потенциально токсичных элементов в составе дорожной пыли, почв, снежного покрова и атмосферных аэрозолей г. Челябинска» получил поддержку в размере 18 млн руб.;

- проект Пеннер Р.В. «Цифровая грамотность: междисциплинарное исследование (региональный аспект)» получил поддержку в размере 18 млн руб.

В 2022 году ЮУрГУ принял участие в конкурсе малых отдельных научных групп при поддержке РНФ, в результате чего 9 проектов научных коллективов университета получают поддержку в следующем году.

Демонстрация достижений науки

В декабре 2022 года университет представил инновационные проекты во II Конгрессе молодых ученых. Конгресс молодых ученых – масштабное мероприятие,



позволяющее молодым учёным находиться на острие науки и грамотно выстраивать цепочку научных исследований.

На стенде Уральского НОЦ «Передовые производственные технологии и материалы» (УМНОЦ) был представлен демонстратор двигательной установки с охлаждаемым центральным телом на газообразных компонентах топлива кислород-водород. Он предназначен для отработки одной из ключевых технологий, необходимой для создания полностью многоразовой одноступенчатой ракеты-носителя. В состав демонстратора входят 16 макетов жидкостных ракетных двигателей малой тяги, расположенных вокруг охлаждаемого центрального тела. Эффективность решений, принятых при разработке проекта, подтверждена успешными исследовательскими испытаниями. Для реализации проекта объединены усилия двух субъектов Уральского федерального округа Свердловской и Челябинской области в лице Южно-Уральского государственного университета, АО ГРЦ им. В.П. Макеева (г. Миасс) и АО НИИмаш (г. Нижняя Салда). Фундаментальную составляющую научных исследований, связанных с реализацией проекта, обеспечивает молодежная лаборатория проблем физико-химии и газодинамики двигательных установок многоразовых ракет-носителей.

Также на стенде Уральского НОЦ был представлен макет гидроцилиндра с гидростатическими направляющими, который является частью следящего гидропривода, создаваемого учеными ЮУрГУ совместно с Уральским инженеринговым центром.

Кроме того, в рамках Конгресса молодых ученых работала «Научная гостиная», где участники смогли увидеть, современные технологии, разрабатываемые в России. Молодые ученые ЮУрГУ представили разработки лаборатории пищевых и биотехнологий: экопосуду на основе переработки пищевых отходов различных зерновых культур и биоразлагаемую пленку, которая разлагается до 28 дней.

ИНЖЕНЕРИЯ СОСТОЯНИЙ СВЕТА ДЛЯ КВАНТОВЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ И СЕНСОРИКИ

Руководители проекта – доктор физико-математических наук, профессор С.П. Кулик (МГУ имени М.В. Ломоносова), доктор физико-математических наук, С.А. Подошведов (ЮУрГУ)

ЦЕЛИ РАБОТЫ

1. Генерация новых знаний, создание инфраструктуры мирового уровня и получение на ее основе новых результатов в области квантовых информационных технологий в сотрудничестве с ведущими исследовательскими центрами в России и за рубежом.
2. Открытие магистерской программы «Квантовые оптические технологии», в рамках которой планируется развитие образовательных курсов для студентов – бакалавров и магистров ЮУрГУ в областях современных квантовых технологий и квантовой метрологии, включающее создание учебно-научного комплекса для выполнения лабораторных работ по квантовой оптике и квантовой информатике.
3. Подготовка специалистов мирового уровня в области квантовых технологий и квантовых вычислений в первую очередь для нужд экономики Челябинской области.
4. Диссеминация знаний, коммерциализация фундаментальных результатов, полученных в ходе реализации проекта.
5. Организация международных семинаров, школ для молодых ученых, конференций в области современных квантовых технологий с привлечением ведущих специалистов из России и из-за рубежа.

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

2 статьи
в Scopus/WoS

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- ➔ Исследование гибридных квантовых состояний света в задачах квантовой обработки информации.
- ➔ Разработка алгоритмов и протоколов на основе квантовых состояний света для выполнения квантовых вычислительных операций, стойких к потерям.
- ➔ Моделирование и экспериментальная реализация оптимальных квантово-оптических схем с негауссовыми состояниями света в области квантовых вычислений и метрологии.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

Создание теории генерации состояний непрерывных наблюдаемых определенной четности, получающихся из одномодового сжатого вакуумного состояния, что включает в себя аналитические выражения данных состояний, их статистические характеристики, включая среднее число фотонов, степень сжатия и среднеквадратичное отклонение числа фотонов. Состояния из данного семейства будут реализованы в эксперименте для случая отщепления некоторого числа фотонов, а также изучены характеристики генерируемых состояний. Будет создан в виде полезной модели протокол генерации котов

Шредингера (КШ) большой амплитуды (со средним числом частиц вплоть до 25) с максимально возможной точностью (0.99 и более) и скоростью генерации с учетом несовершенства экспериментальной измерительной техники. Будет исследована возможность получения подобных состояний КШ в эксперименте, что станет основой для создания генераторов четных/нечетных КШ состояний в квантовой метрологии на уровне предела Гейзенберга. Будет создан алгоритм генерации гибридных кластерных состояний, состоящих из $2N$ состояний определенной четности и фотонных состояний. Некоторые из гибридных кластерных состояний будут реализованы экспериментально и адаптированы для задач квантовых вычислений. Будут созданы новые схемы и протоколы для квантовых вычислений на оптическом чипе, с использованием неклассических состояний света, и относительно устойчивых к потерям. Будут созданы новые схемы и протоколы реализации распределенных систем квантовой сенсорики с измерением (оценкой) фаз на уровне точности, определяемой пределом Гейзенберга. Мы планируем создать патентуемые экспериментальные образцы фотонных квантовых симуляторов на чипе, осуществляющие основой набор квантовых операций с фотонными кубитами. Проект предусматривает подготовку квалифицированных кадров для работы в области квантовых технологий. Все знания, полученные в ходе выполнения проекта, будут включены в курсы квантовой оптики и квантовой информации, преподаваемые студентам и

аспирантам ЮУрГУ, а также войдут в специальные образовательные разделы программ дополнительного образования. Отдельные задачи проекта лягут в основу магистрантских и кандидатских диссертационных работ сотрудников лаборатории. Будет создан учебно-научный комплекс на территории ЮУрГУ для выполнения лабораторных работ по квантовой оптике и квантовой информатике, включающий набор автоматизированных экспериментальных стандов, в том числе ПО для выполнения учебных работ, а также полный набор методических материалов.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

- ➔ Генератор КШ – квантовые измерения, квантовая связь.
- ➔ Сверхточные измерения – квантовая метрология.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

- ☑ Разработана программа совместных действий по исследованию квантовых вычислительных алгоритмов для задач, актуальных в ядерной энергетике.
- ☑ Разработана программа совместных действий для защиты объектов критической инфраструктуры на промышленных предприятиях при помощи технологий квантовых коммуникаций.
- ☑ Проведена подготовка для проведения 6-й Международной Школы по квантовым технологиям.
- ☑ Разработана программа курсов подготовки специалистов в области квантовых технологий.
- ☑ Разработана программа развертывания пилотной университетской квантовой сети в пределах кампуса ЮУрГУ.

ПАРТНЕР ПРОЕКТА

- ☑ ЦКТ МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва.

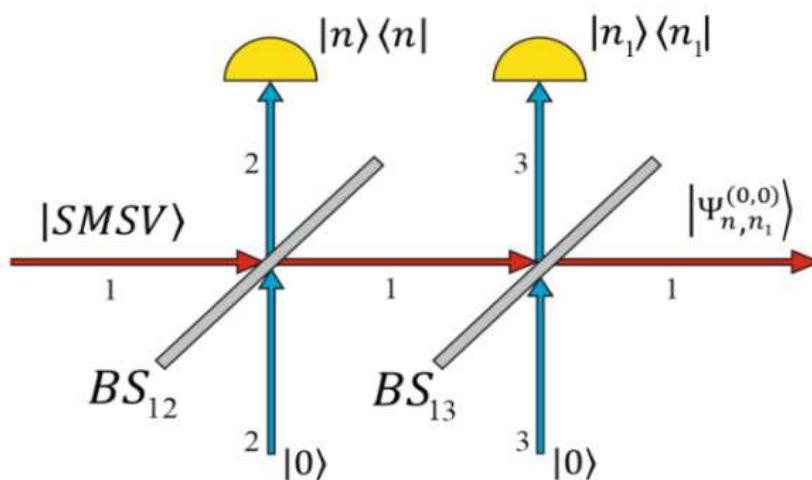


Рис. 1. Принципиальная схема генерации состояний из нового семейства

СОЗДАНИЕ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА УНИФИЦИРОВАННОГО СЕМЕЙСТВА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ «АРКТИЧЕСКИЙ АВТОБУС» ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЗОПАСНОЙ ПЕРЕВОЗКИ ПАССАЖИРОВ И МОБИЛЬНЫХ ПУНКТОВ СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЫ В РАЙОНАХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР (ДО – 50 °С) ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СВЯЗАННОСТИ ТЕРРИТОРИЙ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Руководитель проекта – кандидат технических наук Р.А. Закиров

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Создание в Российской Федерации высокотехнологичного серийного производства конкурентоспособных транспортных средств для решения задач государственного значения, поставленных в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации.

ПУБЛИКАЦИИ

3 научные статьи

1 патент на изобретение

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

1 статья в Scopus

2 статьи в журналах из перечня ВАК

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- ➔ Разработать семейство колесных движителей низкого давления, обеспечивающих минимальное давление на грунт, грузоподъемностью от 2500 до 3500 кг и создать их серийное производство.
- ➔ Разработать конструктивные решения для адаптации серийно выпускаемых узлов и агрегатов автомобилей «Урал» для работы в условиях низких температур (до –50 °С), позволяющие повысить ресурс транспортного средства (ТС) при работе в экстремальных условиях.
- ➔ Разработать конструкцию и создать производство каркасно-панельного кузова автобусного типа, сохраняющего работоспособность в условиях низких температур и экстремальных динамических воздействий при движении ТС по бездорожью.
- ➔ Разработать конструкцию энергоэффективной системы жизнеобеспечения для больших обитаемых объемов с возможностью автономной работы при низких температурах окружающей среды (до –50 °С).
- ➔ Разработать конструкцию и создать производство транспортного средства «Арктический автобус», характеризующегося высокой степенью унификации с серийными автомобилями «Урал», что позволит минимизировать производственные затраты и сократить время выхода на рынок готовой продукции.
- ➔ Разработать конструкцию и создать производство автопоезда в составе тягача и транспортируемого функционального модуля в виде

активного полуприцепа с возможностью организации в нем передвижного медицинского пункта (рентгеновского, УЗИ, стоматологического, офтальмологического и др.), пункта общественного питания или учебного пункта, а также других объектов социальной сферы.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- ➔ Организация серийного производства унифицированного семейства колесных машин «Арктический автобус», включающего в себя:
 - колесное транспортное средство «Арктический автобус» для перевозки пассажиров;
 - автопоезд для транспортировки функциональных модулей и персонала в условиях Арктики в составе тягача и транспортируемого функционального модуля.
- ➔ Решение транспортных задач в районах с неразвитой дорожной сетью (Крайнего Севера и Арктики) и при низких температурах окружающей среды (до –50 °С),
- ➔ Повышение безопасности пассажирских перевозок в условиях бездорожья и действия низких температур (до –50 °С).
- ➔ Создание автомобильных агрегатов и систем, рассчитанных на эксплуатацию при низких температурах до – 50 °С.
- ➔ Снижение экономических затрат на пассажирские перевозки в районах с неразвитой дорожной сетью.
- ➔ Создание транспортных средств для перевозки груза при низких температурах окружающей среды до –50 °С.

- ➔ Снижение негативного воздействия транспортных средств на грунт.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В настоящее время актуальным является решение транспортных задач в районах с неразвитой дорожной сетью (Крайнего Севера и Арктики) и при низких температурах окружающей среды (до $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$), а также повышение безопасности пассажирских перевозок в условиях бездорожья и действия низких температур при одновременном снижении экономических задач и минимизации негативного воздействия транспортных средств на грунт.

Основной рынок сбыта разрабатываемой продукции – Крайний Север и Арктическая зона РФ.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

- ☑ За 2022 год разработана рабочая конструкторская документация на опытные образцы транспортных средств «Арктический автобус» и автопоезда в составе тягача и транспортируемого функционального модуля в виде активного полуприцепа, изготовлены комплектующие и составные части опытного образца транспортного средства «Арктический автобус». Проведены исследовательские испытания макета для оценки работоспособности трансмиссионных агрегатов, систем управления и жизнеобеспечения в условиях низких температур.

ПАРТНЕРЫ ПРОЕКТА

- ☑ АО «Автомобильный завод «УРАЛ», г. Миасс.
- ☑ МГТУ им. Н.Э. Баумана г. Москва.



Рис. 1. Прототип арктического автобуса



Рис. 2. Вид арктического автобуса



Рис. 3. Схема арктического автобуса

СОЗДАНИЕ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ УНИВЕРСАЛЬНЫХ КОММУНАЛЬНЫХ МАШИН МАЛОГО КЛАССА ДЛЯ ВСЕСЕЗОННОГО СОДЕРЖАНИЯ И УБОРКИ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Руководитель проекта – кандидат технических наук Р.А. Закиров

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Создание высокотехнологичного производства экологически чистых универсальных коммунальных машин малого класса с применением электромеханической трансмиссии для всесезонного содержания и уборки городских территорий и возможностью использования различного навесного оборудования.

ПУБЛИКАЦИИ

2 научные статьи

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

1 статья в Scopus

1 статья в журнале из перечня ВАК

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- ➔ Разработать элементы электромеханической трансмиссии, обеспечивающие высокую экологичность коммунальных машин малого класса (0 % вредных выбросов), а также их достаточную энерговооруженность для выполнения задач по содержанию и уборке городских территорий.
- ➔ Разработать конструкцию и эффективную технологию изготовления шасси машин малого класса, обладающих высокой маневренностью, маломощностью и возможностью размещения всего комплекса функционального уборочного и дорожно-строительного навесного оборудования, обеспечивающего всесезонное содержание и уборку городских территорий.
- ➔ Разработать конструкцию навесного уборочного оборудования коммунальных машин малого класса с электромеханической трансмиссией для обеспечения всесезонного содержания и качественной уборки внутригородской дорожной сети, придомовых территорий и внутренних помещений промышленных объектов.
- ➔ Разработать конструкцию и технологию серийного производства экологически чистых универсальных коммунальных машин малого класса с электромеханической трансмиссией, характеризующиеся высокой степенью унификации, что позволит минимизировать производственные затраты и сократить время выхода на рынок готовой продукции.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- ➔ Создание высокотехнологичного производства экологически чистых универсальных коммунальных машин малого класса с применением электромеханической трансмиссии для всесезонного содержания и уборки городских территорий и возможностью использования различного навесного оборудования.
- ➔ Наименование создаваемой продукции/технологии: экологически чистые универсальные коммунальные электрические машины:
 - УКМЭ 1000 грузоподъемностью до 1 тонны с комплектом уборочного и грузоподъемного оборудования для выполнения дорожно-строительных работ и обслуживания внутригородской дорожной сети и придомовых территорий;
 - УКМЭ 1500 грузоподъемностью до 1,5 тонны повышенной маневренности с комплектом всесезонного уборочного оборудования для обслуживания придомовых территорий и пешеходных зон, малых площадок и территорий внутри строительных объектов.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Все многообразие коммунальных машин в настоящее время реализуется путем создания универсальной машины (машин разной грузоподъемности), в которой на базе одной платформы устанавливается различное функциональное оборудование – вакуумное подметально-уборочное оборудование, разбрасыватель ПГМ, поливмоечное оборудование, щетка передняя поворотная. То есть одна машина может выполнять все вышеперечисленные функции, тем самым разрабатываемые универсальные машины используются круглогодично без простоя.

Следующим этапом развития универсальных коммунальных машин является создание машин с применением электромеханической трансмиссии (УКМЭ), которая обеспечивает высокую экологичность ввиду отсутствия применения нефтяных топлив, антифризов, трансмиссионных и моторных масел и вредных выхлопных газов. Благодаря низкому шуму за счёт меньшего количества движимых частей и механических передач работа УКМЭ возможна круглосуточно, даже ночью.

Благодаря использованию новых конструктивно-технологических решений и высокопроизводительному технологическому оборудованию, созданному в рамках проекта, продукция будет иметь конкурентное преимущество как в Российской Федерации, так и на зарубежных рынках. Обладание собственной уникальной технологией позволит производить продукцию, имеющую ряд важных преимуществ и перед аналогичной продукцией мировых лидеров.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

- ☑ За 2022 год разработаны эскизный и технический проект на экологически чистые универсальные коммунальные электрические машины (УКМЭ 1000 и УКМЭ 1500), а также проведены патентные исследования.

ПАРТНЕР ПРОЕКТА

- ☑ Акционерное общество «Курганский завод дорожных машин» г. Курган.



Рис. 1. Навесное оборудование УКМЭ 1500



Рис. 2. Коммунальная электрическая машина (УКМЭ 1500)



Рис. 3. Коммунальная электрическая машина (УКМЭ 1000)

РАЗРАБОТКА АЭРОДРОМНОЙ ПОДМЕТАТЕЛЬНО-ПРОДУВОЧНОЙ МАШИНЫ, ВХОДЯЩЕЙ В СОСТАВ КОМПЛЕКСА АЭРОДРОМНЫХ МАШИН НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Руководитель проекта – кандидат технических наук Р.А. Закиров

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработка комплекса аэродромных машин нового поколения, предназначенного для скоростной круглогодичной уборки искусственных покрытий аэродромов с замещением устаревшей отечественной и новой зарубежной аэродромной техники, повышения безопасности и устойчивости функционирования аэродромов и аэропортов РФ и обеспечения связанности территорий РФ.

ПУБЛИКАЦИИ

2 научные статьи

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

1 статья в Scopus

1 статья в журнале из перечня ВАК

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- ➔ Создание комплекса аэродромных машин нового поколения.
- ➔ Организация высокотехнологичного производства комплекса аэродромных машин нового поколения.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- ➔ Создание комплекса аэродромных машин: аэродромная подметально-продувочная машина, аэродромная поливомоечная машина, аэродромная плужно-щеточная машина с раздачей твердого реагента.
- ➔ Решение задач по эффективной уборке загрязнений аэродромного покрытия с рабочей зоны уборки аэродромной машины при сохранении высокой скорости движения – от 40 до 60 км/ч.
- ➔ Решение задач по эффективному сдуву и смету мелких камней, пыли, песка, воды, листья с искусственного покрытия аэродрома с обеспечением коэффициента сцепления покрытия – не менее 0,35.
- ➔ Снижение экономических затрат на содержание искусственных

покрытий аэродромов.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Предприятия (операторы) аэропортов гражданского и военного назначения, обеспечивающие содержание территории и эксплуатацию оборудования аэродромов, нуждающиеся в круглогодичной высокоэффективной очистке и содержании взлетно-посадочных полос и стоянок авиационной техники и обеспечении необходимого коэффициента сцепления с взлетно-посадочной полосой и, соответственно, являются основными потребителями разрабатываемых аэродромных уборочных машин.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

- ☑ За 2022 год разработана рабочая конструкторская документация на опытный образец транспортного средства аэродромной подметально-продувочной машины. Разработана программа и методики проведения предварительных испытаний опытного образца. Изготовлен опытный образец транспортного

средства аэродромной подметально-продувочной машины. А также разработана эксплуатационная документация на КАМ.

ПАРТНЕРЫ ПРОЕКТА

- ☑ 000 «Завод СпецАгрегат», г. Миасс.
- ☑ ФГБОУ ВО «МАДИ», г. Москва.



Рис. 1. Аэродромная подметально-продувочная машина

РАЗРАБОТКА И ПОСТАНОВКА НА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО КОМПЛЕКТНЫХ ТРАНЗИСТОРНЫХ УСТРОЙСТВ НА БАЗЕ МНОГОУРОВНЕВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЧАСТОТЫ ШИРОКОЙ НОМЕНКЛАТУРЫ С УЛУЧШЕННЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ И НАДЕЖНОСТНЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ

Руководитель проекта – доктор технических наук, профессор М.А. Григорьев

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Развертывание высокотехнологичного производства многоуровневых преобразователей частоты (МПЧ) широкой номенклатуры и систем управления (СУ) комплектных МПЧ (КТП), входящих в систему мощных электроприводов технологических механизмов в ресурсодобывающих отраслях, металлургии, машиностроении, с целью повышения их энергоэффективности и надежностных показателей.

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- ➔ Опытно-конструкторские, научно-исследовательские работы по разработке компонентов (плат управления) многоуровневых преобразователей частоты (МПЧ).
- ➔ Опытно-конструкторские, научно-исследовательские и технологические работы по созданию уникального исследовательского оборудования, позволяющего проводить проектные и наладочные работы по синтезу новых алгоритмов управления многоуровневыми преобразователями частоты.
- ➔ Работы по инструментальному и конструкторско-технологическому оснащению высокотехнологического производства СУ и МПЧ КТП.
- ➔ Автоматизация и цифровизация всех этапов производственного процесса.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

В результате реализации проекта будет создано высокотехнологичное производство комплектных транзисторных преобразователей на базе многоуровневых преобразователей частоты широкой номенклатуры с улучшенными энергетическими и надежностными показателями с полным конструкторско-технологическим оснащением, включающее:

- ➔ принципиальную импортозамещающую конструкцию электрического преобразователя широкой номенклатуры;
- ➔ цех с технологическим оборудованием для производства многоуровневых преобразователей широкой номенклатуры;
- ➔ высокотехнологичные испытательные стенды и исполнительные устройства;
- ➔ технологию производства многоуровневых преобразователей, включая системы управления;
- ➔ цифровизацию производственных процессов за счет новой системы финансового, производственного, налогового учетов.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Разрабатываемые комплект ТП предназначен для питания электродвигателей рабочих механизмов прокатных станов, насосных блоков и приводов лебедок, тяговых механизмов, автотранспортных средств. Комплект ТП используется в нефтегазовой, металлургической и др. отраслях для управления потоком электрической энергии с целью управления технологическим процессом.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

- ✓ Проведена научно-исследовательская работа, в которой выполнен расчет сопоставления электрических потерь в двухуровневых и трехуровневых автономных инверторах напряжения комплекта ТП
- Разработаны:
- ✓ конструкторская документация на доработку силового модуля выпрямителя МПЧ;
 - ✓ конструкторская документация на разработку силового модуля многоуровневого (трехуровневого) автономного инвертора;
 - ✓ эскизный проект на лабораторный исследовательский стенд для исследовательских испытаний, предназначенный для проверки характеристик (тепловых, на электромагнитную совместимость, быстродействие выполнения программы) макета плат СУ комплектом ТП нижнего уровня управления;

- ✓ эскизный проект на стенд для предварительных испытаний, предназначенный для проверки опытного образца комплекта ТП;
- ✓ эскизный проект на специальный уникальный высокотехнологичный лабораторный исследовательский стенд полупроводниковых преобразователей частоты;
- ✓ конструкторская документация на доработку силового модуля блока фильтров;
- ✓ конструкторская документация на разработку системы управления нижнего уровня управления и макета плат системы управления нижнего уровня;
- ✓ конструкторская документация на доработку системы управления верхнего уровня;
- ✓ конструкторская документация на доработку контейнера для размещения силового электрооборудования;
- ✓ конструкторская документация на разработку шкафов преобразователя частоты.

ПАРТНЕР ПРОЕКТА

- ✓ ООО НТЦ «Приводная техника», г. Челябинск.

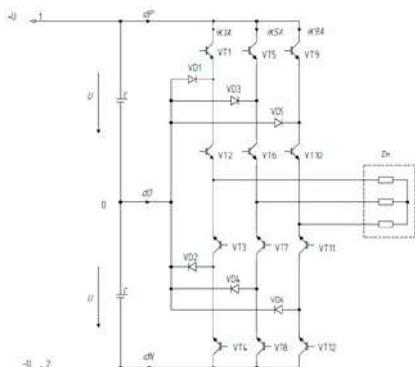


Рис. 1. Схема силовых цепей многоуровневого (трехуровневого) автономного инвертора напряжения

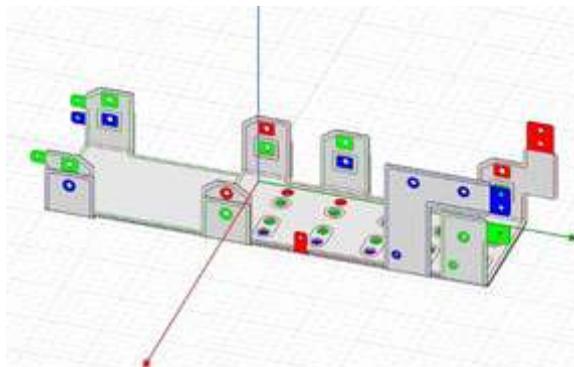


Рис. 2. Многослойная ламинированная шина звена постоянного тока

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ, МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ ЦИФРОВОЙ ИНДУСТРИИ

Научный руководитель - доктор технических наук А.Л. Шестаков

Руководитель проекта - доктор физико-математических наук Л.Б. Соколинский

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработка и исследование комплекса моделей, методов и алгоритмов, основанных на синтезе современных технологий интеллектуального анализа данных, нейронных сетей и суперкомпьютерных вычислений, для решения широкого спектра теоретических и практических задач современной цифровой индустрии.

ПУБЛИКАЦИИ

76 научных статей

28 докладов на международных и всероссийских конференциях

5 свидетельств о регистрации программы для ЭВМ

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

52 статьи в Scopus/WoS

24 статьи в РИНЦ

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- ➔ Разработка масштабируемых параллельных алгоритмов для генерации случайных задач и валидации решений задач линейного программирования (ЛП).
- ➔ Разработка параллельного алгоритма поиска типичных подпоследовательностей временного ряда для графического процессора.
- ➔ Разработка метода восстановления пропущенных значений потокового временного ряда в режиме реального времени.
- ➔ Разработка искусственной нейронной сети для выявления дефектов в подшипнике.
- ➔ Исследование и разработка алгоритмов маршрутизации специального вида в плоских графах для построения маршрута движения режущего инструмента в соответствии с введенными ограничениями.
- ➔ Исследование и разработка одно- и двумерных математических моделей камеры сгорания ракетного двигателя в случае, когда можно пренебречь выгоранием внутренней стенки.
- ➔ Исследование и разработка двумерных моделей процессов непрерывной разливки стали и камеры сгорания ракетного двигателя в случае, когда нельзя пренебречь выгоранием внутренней стенки.
- ➔ Разработка искусственной нейронной сети для синтезирования речи русскоговорящего целевого спикера.

- ➔ Исследование и разработка методов классификации сетевого трафика на основе генеративно-состязательных нейронных сетей.
- ➔ Разработка моделей, методов и алгоритмов управления ресурсами вычислительных систем, реализующих концепцию туманных вычислений, предназначенных для моделирования промышленных процессов как «цифровых двойников».

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- ➔ Интеллектуальная система автоматического распознавания, классификации и фиксации аномальных шумов агрегатов и механизмов металлургических предприятий.
- ➔ Интеллектуальная система предотвращения атак на промышленные сенсорные сети.
- ➔ Интеллектуальная система предупреждения аварийных ситуаций в результате усталости оператора, управляющего сложными технологическими процессами на металлургических и машиностроительных заводах.
- ➔ Математическая модель облачной вычислительной системы, использующей концепцию туманных вычислений для предоставления ресурсов.
- ➔ Нейросетевые модели управления фасеточным зрением.
- ➔ Параллельные алгоритмы интеллектуального анализа сенсорных данных на современных высокопроизводительных вычислительных системах.

- Методология автоматизированной разметки исходных аудиовизуальных данных, обеспечивающая дообучение по мере накопления информации.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Полученные результаты могут быть применены в следующих областях. Параллельный алгоритм для генерации случайных задач ЛП и параллельный алгоритм валидации решений задач ЛП будут использованы для разработки искусственной нейронной сети, способной быстро решать большие многомерные задачи ЛП. Параллельный алгоритм PSF поиска типичных подпоследовательностей временного ряда может быть применен в широком спектре предметных областей, связанных с интеллектуальным управлением: предиктивное обслуживание сложных механизмов и машин, персональная медицина, энергоэффективное ЖКХ и др. Метод SANNI восстановления пропущенных значений потокового временного ряда в режиме реального времени может быть применен в широком спектре практических приложений цифровой индустрии и интернета вещей, в которых пропуски в показаниях датчиков недопустимы и должны быть незамедлительно заменены на правдоподобные синтетические значения. Конечно-элементные модели однорядного цилиндрического роликоподшипника с сепаратором и искусственная нейронная сеть для выявления дефектов в подшипнике могут быть использованы в автоматизированных интеллектуальных системах мониторинга прокатных станов металлургических предприятий. Алгоритмы построения маршрута движения режущего инструмента в соответствии с технологическими ограничениями могут быть применены в интеллектуальных системах оптимизации затрат на производство продукции металлургических предприятий при обработке листового материала. Математические модели процессов теплообмена в неоднородных средах могут быть использованы в приборостроении при конструировании высокотемпературных термодар. Метод построения системы синтезирования речи на основе речи целевого спикера может быть применен в системах электронного обучения, в т. ч. использующих технологии виртуальной или дополненной реальности. Подход к обработке данных в распределенных вычислительных средах на основе моделей монолитного потока, подпотока и микропотока работ может быть использован для создания цифровых двойников сложных, пространственно распределенных промышленных объектов. Нейросетевая модель, предсказывающая невербальный интеллект на основе данных функциональной связности мозга, может применяться в системах электронного обучения при построении индивидуальной образовательной траектории. Нейросетевая модель, анализирующая сетевой трафик, может быть применена для раннего выявления DDoS-атак. Нейросетевая модель для классификации автомобильного транспорта и определения его скорости по видео может быть применена в системах интеллектуального управления дорожным движением.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

- ☑ Разработано устройство контроля ЭКГ. Представляет собой интегрированные в гриф / ручки тренажеров датчики ЭКГ и расположенную в основании тренажера микросхему, позволяющие в реальном времени фиксировать частоту сердечных сокращений и ритм сердца.
 - ☑ Разработано устройство биологически обратной связи. Представляет собой монитор, находящийся на уровне глаз выполняющего упражнения человека, на котором в реальном времени отображается информация о нагрузке, числе повторений, ЭКГ / ЧСС, положении центра давления.
 - ☑ Разработано программное обеспечение «ЭКОМОНИТОР 2.0- УМНЫЙ ГОРОД» по моделированию загрязнения атмосферного воздуха в режиме реального времени в городских каньонах. Разработано программное обеспечение для расчёта максимальных разовых концентраций промышленных выбросов в атмосферу по МРР-2017 «Экомонитор-МРК».
 - ☑ Разработана система контроля последовательности выполнения упражнений на разных тренажерах по типу «электронной очереди». На каждом тренажере, объединенном в единую Wi-Fi сеть, будет установлено информационное табло, на котором, исходя из рекомендованной методики тренировок, будет загораться номер клиента – технология «Exercise Logistics».
 - ☑ Разработана методика моделирования процесса изнашивания сложнагруженных подшипников скольжения с учётом физико-химического взаимодействия смазочного материала с поверхностями трения, включающая наиболее часто встречающиеся в машинах режимы смазки (гидродинамический, смешанный и граничный).
 - ☑ Разработано программное обеспечение, позволяющее проводить многовариантные расчёты подшипников скольжения турбо-поршневых машин на ранних стадиях проектирования и обосновывать технические решения, направленные на повышение ресурса и надёжности машин.
 - ☑ Разработан алгоритм оценки предотказного состояния сложнагруженных подшипников скольжения с учётом изменения геометрии поверхностей шейки вала и вкладышей в процессе изнашивания.
- ## ПАРТНЕР ПРОЕКТА
- ☑ Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского УрО РАН.

ИССЛЕДОВАНИЕ, РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ ДЕМОНСТРАТОРОВ ТЕХНОЛОГИЙ ОДНОСТУПЕНЧАТОЙ МНОГОРАЗОВОЙ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ВЗЛЁТА И ПОСАДКИ

Руководитель проекта – доктор технических наук, профессор, член-корреспондент Российской академии ракетных и артиллерийских наук, С.Д. Ваулин

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Исследование, разработка и создание демонстраторов технологий одноступенчатой многоразовой ракеты-носителя вертикального взлёта и посадки.

ПУБЛИКАЦИИ

12 научных статей

10 докладов на конференциях

1 патент

1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

2 статьи в Scopus

9 статей в РИНЦ

1 статья в ядро РИНЦ

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- ➔ Технико-экономическое обоснование применения водородных технологий в аэрокосмической отрасли: анализ рынка водородных технологий и разработка элементов финансовой модели проекта по созданию одноступенчатой полностью многоразовой РН с водородным двигателем.
- ➔ Патентные исследования для оценки уровня развития водородной техники и технологий в аэрокосмической отрасли.
- ➔ Расчетно-теоретические и экспериментальные исследования ракетных двигателей малой тяги (РДМТ) на топливной паре газообразный водород – газообразный кислород.
- ➔ Расчетно-теоретические исследования и испытания шестнадцатикамерного демонстратора двигательной установки с охлаждаемым центральным телом (ОЦТ) на топливной паре газообразный кислород – газообразный водород.
- ➔ Расчетно-теоретические исследования и испытания системы хранения криогенных компонентов топлива из композитных материалов, системы газификации и подачи компонентов в ДУ с ОЦТ.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- ➔ Отработаны риски при изготовлении итогового изделия одноступенчатой ракеты-носителя.
- ➔ Снижена стоимость вывода на орбиту килограмма полезной нагрузки.

- ➔ Кратное увеличение количества пусков на орбиту в течение одного года.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Предлагаемые решения обеспечат возможность изготовления двигательной установки для одноступенчатой многоразовой полностью возвращаемой ракеты-носителя.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

- ☑ Проведен анализ и оценка мирового и российского рынка водородных технологий: выявлены объемы и динамика мирового и российского рынка водородных технологий.
- ☑ Разработана финансовая модель проекта ракетно-космического комплекса с многоразовой одноступенчатой ракетой-носителем.
- ☑ Доказана патентная чистота предлагаемых инновационных решений.
- ☑ Разработана математическая модель химических превращений и газодинамических течений многокомпонентных сред.
- ☑ Предложена уникальная структура системы газификации и подачи криогенных компонентов топлива в

двигательную установку с охлаждаемым центральным телом.

- ☑ Изготовлен фрагмент стенок топливного бака из композитов, выполнены исследовательские испытания и расчётно-теоретические работы, направленные на создание системы хранения криогенных компонентов топлива из композитов.
- ☑ В результате расчётно-теоретической и конструкторской работы изготовлен демонстратор двигательной установки с охлаждаемым центральным телом на топливной паре кислород-водород.
- ☑ На площадке АО «Научно-исследовательский институт машиностроения» были произведены

демонстрационные пуски двигательной установки с центральным телом, в результате чего получены зависимости, позволяющие прогнозировать характеристики макетов при эксплуатации в составе объектов.

ПАРТНЕР ПРОЕКТА

- ☑ АО «ГРЦ имени Макеева», г. Миасс.
- ☑ АО «НИИМаш», г. Нижняя Салда.
- ☑ УМНОЦ.
- ☑ Правительство Челябинской области.



Рис. 1. Испытания демонстратора ДУ с ОЦТ



Рис. 2. Моделирование работы РДМТ

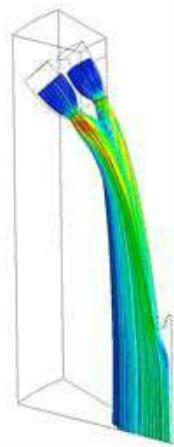


Рис. 3. Моделирование работы ДУ с ОЦТ

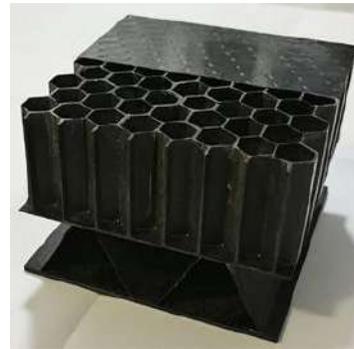


Рис. 4. Фрагмент стенки топливного бака



Рис. 5. Макет РДМТ

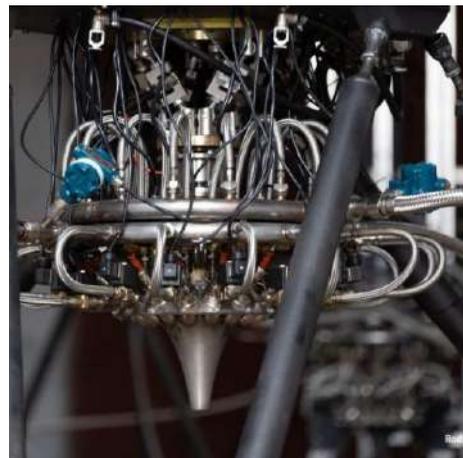


Рис. 6. Демонстратор ДУ с ОЦТ

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СЕТЕЙ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ПРЕДПРИЯТИЙ

Руководитель проекта – кандидат физико-математических наук, доцент
К.И. Костромитин

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Фундаментальной научной проблемой является создание и исследование моделей, описывающих динамические процессы, распределённые в виде потоков данных в информационных системах. Подобные модели рассматриваются как модели поведения динамических процессов исследуемых технических объектов, то есть отражают работу (функционирование) наблюдаемых технических объектов в виде системы многоканальных временных рядов данных.

ПУБЛИКАЦИИ

6 научных статей

1 доклад на конференции

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

3 статьи в Scopus

3 статьи в журналах из перечня ВАК

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- Проведение системного анализа информационных ресурсов отечественных промышленных предприятий: сетей локального управления и управляющих устройств АСУ ТП, сетей мониторинга и управления, сетей диспетчерского управления (промышленных сетей АСУ ТП предприятий).
- Исследование и классификация каналов возможного деструктивного информационно-технического воздействия на информационные ресурсы отечественных промышленных предприятий.
- Построение модели киберугроз промышленных сетей АСУ ТП предприятий на основе моделей нарушителя, реализующих известные типы кибератак.
- Проведение поисковых исследований по методам построения оптимальных систем мониторинга промышленных сетей АСУ ТП предприятий. Определение ключевых точек для контроля мониторинга значимых параметров потоков данных, распределённых в информационной системе промышленных сетей АСУ ТП предприятий.
- Проведение поисковых исследований базовых принципов построения моделей процессов на основе временных рядов данных промышленных сетей АСУ ТП предприятий с применением машинного обучения. Разработка на их основе интеллектуальных методов обнаружения аномалий, вызванных кибервторжениями.
- Проведение исследований по построению моделей обнаружения кибератак на промышленные сети АСУ ТП предприятий с применением глубокого машинного обучения. Разработка теории предиктивной защиты информации на основе интеллектуальных методов обнару-

жения аномалий и мониторинга киберугроз промышленных сетей.

- Проведение исследований по созданию моделей и инструментов для оценки эффективности систем защиты от кибератак промышленных сетей АСУ ТП предприятий.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- Запланированные результаты будут соответствовать мировому уровню исследований. Ожидается разработать эффективные модели обнаружения кибератак на промышленные сети АСУ ТП предприятий с применением глубокого машинного обучения.
- Планируется построение системы классификации каналов возможного деструктивного информационно-технического воздействия на информационные ресурсы отечественных промышленных предприятий, модели нарушителя, системы классификации типов кибератак, модели киберугроз промышленных сетей АСУ ТП предприятий.
- Планируется сформировать данные процессов промышленных сетей и АСУ ТП предприятий (данные с SOC, логи SCADA и т. д.) для дальнейшей обработки для апробации моделей обнаружения аномалий в динамических процессах информационной системы объекта.
- Разработанная методика, позволит получать численную оценку необходимости улучшения параметров мониторинга для различных зон промышленных сетей и АСУ ТП предприятий и позволит выбрать наиболее важные информативные точки сбора данных для реализации мониторинга.
- Предлагаемые в проекте модели, основанные на применении ИНС для анализа состояния процессов промышленных сетей и АСУ ТП

предприятий, позволят выявлять ранние признаки развития аномалий в динамических процессах, связанные с воздействием известных и неизвестных типов кибератак.

- ➔ Данные модели позволяют формировать систему кластеров наблюдаемых данных, соответствующих различным типам воздействующих кибератак, что позволит формировать классификацию воздействующих кибератак в процессе работы системы и проводить непрерывное обучение системы обнаружения кибератак в процессе текущей работы.
- ➔ Предлагаемые модели, построенные на ансамблях методов кластерного анализа и различного типа ИНС, позволят реализовать поведенческие модели, адаптированные к структуре различных зон промышленных сетей и АСУ ТП предприятий, что существенно повышает эффективность обнаружения аномалий в динамических процессах, связанных с воздействием известных и неизвестных типов кибератак.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

На данный момент имеется прототип программного обеспечения, созданного на основе предлагаемых методов, который был использован для анализа параметров АСУ ТП системы водоподготовки и водопереработки «АQA Кристалл» предприятия ПАО ЧТПЗ (Челябинская область).

В дальнейшем планируется внедрение разработанных программных комплексов на предприятия металлургического производства (ЧТПЗ, ММК) Челябинской области, а также в другие отрасли промышленности (энергетика, нефтепереработка и т. д.).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

- ✓ Проведение системного анализа информационных ресурсов отечественных промышленных предприятий, построение классификации каналов возможного деструктивного информационно-технического воздействия на сети локального управления и управляющих устройств АСУ ТП, сети мониторинга и управления, сети диспетчерского управления (промышленные сети АСУ ТП предприятий). Проведение исследования и построение моделей нарушителя, построение системы классификации типов кибератак, построение модели киберугроз промышленных сетей АСУ ТП предприятий.
- ✓ Разработка методики, позволяющей реализовать однозначный выбор контрольных точек для регистрации значимых параметров потоков данных, распределённых в информационной системе промышленных сетей АСУ ТП предприятий и обладающих высокой информативностью при решении задачи обнаружения аномалий, вызванных воздействием кибератак. Сформированная система контрольных точек для регистрации значимых параметров потоков данных позволит сформировать оптимальную систему мониторинга для решения задач поиска аномалий в наблюдаемых процессах промышленных сетей АСУ ТП предприятий и выбирать наиболее критичные

точки регистрации данных, обладающих максимальной информативностью для дальнейшего исследования методами машинного обучения.

При разработке методики численной оценки формирования оптимальной системы мониторинга или необходимости улучшения параметров существующей системы мониторинга для различных зон промышленных сетей АСУ ТП предприятий будет применён подход многофакторной оценки значимости критериев для параметров промышленных сетей АСУ ТП предприятий с возможностью независимой оценки каждого параметра.

- ✓ Разработка эффективных моделей обнаружения кибератак на АСУ ТП на основе интеллектуальных методов идентификации аномалий в процессах и разработка мониторинга киберугроз промышленных сетей для предотвращения деструктивного информационно-технического воздействия на информационные ресурсы отечественных промышленных предприятий, включая объекты критической информационной инфраструктуры Российской Федерации. Разработка и исследование эффективности моделей обнаружения аномалий в процессах, возникающих вследствие воздействия кибератак, реализуется с использованием машинного обучения.

При построении моделей применяются методы кластеризации с использованием машинного обучения без учителя, также методы на основе искусственных нейронных сетей (ИНС) с использованием машинного обучения с учителем. Построенные эффективные модели, реализующие обнаружение аномалий в динамических процессах промышленных сетей и АСУ ТП предприятий, позволяют обнаруживать кибератаки как известного, так и неизвестного типов.

Модели на основе кластерного анализа позволяют формировать систему кластеров, наблюдаемых данных, соответствующих различным типам воздействующих кибератак, то есть формировать классификацию воздействующих кибератак в процессе работы системы, то есть проводить непрерывное обучение системы обнаружения кибератак в процессе текущей работы.

Модели на основе ИНС, предполагающие обучение с учителем или частичное обучение с учителем, позволяют формировать модель поведения динамических процессов промышленных сетей и АСУ ТП предприятий, основанную на одноклассовой классификации, формирующей кластер нормального функционирования наблюдаемой технической системы.

Аномальное поведение динамических процессов наблюдаемой технической системы рассматривается как выход в метрическом пространстве за пределы кластера нормального поведения множества наблюдаемых динамических рядов данных процессов промышленных сетей и АСУ ТП предприятий, находящейся под воздействием киберугроз.

ПАРТНЕРЫ ПРОЕКТА

- ✓ ПАО ЧТПЗ (предоставляет данные для АСУ ТП системы водоподготовки и водопереработки «АQA Кристалл»).
- ✓ Предприятия металлургического производства (ЧТПЗ, ММК) Челябинской области (на которые планируется внедрение разработанных программных комплексов).
- ✓ Другие отрасли промышленности (энергетика, нефтепереработка и т. д.).

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ВИЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ ШВОВ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Руководитель проекта – кандидат технических наук, доцент М.А. Иванов

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработка методики определения дефектов сварных соединений на основе данных системы компьютерного зрения iRvision с применением нейросетевых технологий.

ПУБЛИКАЦИИ

2 научные статьи

1 доклад на международной конференции

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

2 статьи в Scopus

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- Изучение возможности встроенной системы лазерного сканирования iRvision 3DL на роботе Fanuc распознавать поверхностные дефекты стыковых сварных соединений на специально подготовленном образце.
- Определение условий наибольшей чувствительности системы компьютерного зрения к поверхностным дефектам сварки.
- Разработка моделей, основанных на принципе преобразования изображений в векторы значений границы поверхности сварного соединения и применении одномерных сверточных нейронных сетей для классификации полученных векторов на наличие дефектов стыковых сварных соединений.
- Разработка моделей искусственных нейронных сетей, основанных на улучшенной архитектуре YOLOv5 для обнаружения поверхностных дефектов стыковых сварных соединений после роботизированной сварки.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- Проведение контроля качества сварного шва в автоматизированном режиме.
- Уменьшение количества технологических операций контроля качества.

- Уменьшение количества брака при производстве стальных конструкций.
- Повышение экономичности от эффекта роботизации сварочного производства.
- Повышение скорости и эффективности контроля качества сварных соединений.
- Внедрение практик и программ применения искусственного интеллекта в промышленном производстве.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Технология автоматизированного контроля качества сварных соединений после роботизированной сварки за счет распознавания поверхностных дефектов искусственной нейронной сетью позволит значительно повысить качество отгружаемой продукции и сократить издержки производителей сварных металлоконструкций, а также ускорить процесс производства.

Уникальностью такого проекта является отсутствие аналогов на отечественном рынке систем контроля качества.

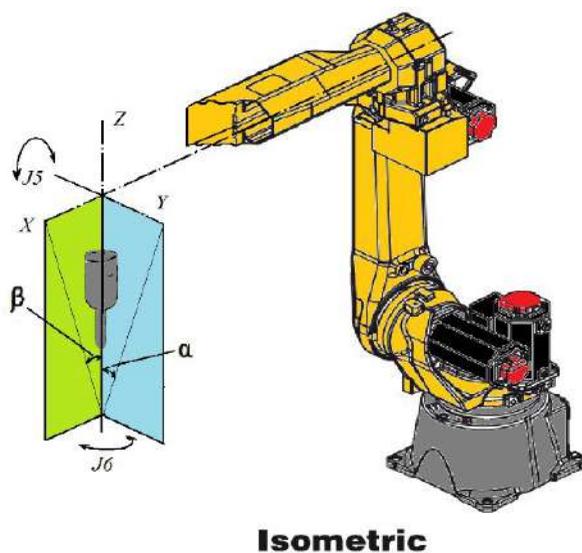
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

- ☑ Установлена возможность проведения визуального роботизированного контроля с помощью системы компьютерного зрения iRVision 3DL для обнаружения поверхностных дефектов.
- ☑ Найдены наиболее предпочтительные углы наклона при сканировании α и β , которые составили 0 и 45 градусов соответственно.
- ☑ Система компьютерного зрения позволяет с высокой точностью определять дефекты шириной или диаметром от 2 мм.

- ☑ Разработаны модели на основе одномерных сверточных нейронных сетей, которые позволяют классифицировать векторы значений границы поверхности сварного соединения на наличие поверхностных дефектов. Разработанная модель имеет точность на тестовых данных с показателями accuracy – 0,99, precision – 1,0, recall – 0,91 на тестовом наборе данных.
- ☑ Разработана модель на основе улучшенной архитектуры YOLOv5 с показателями accuracy – 0,87, precision – 0,68, recall – 0,94 на тестовом наборе данных и confidence threshold, равном 0,19. Наиболее приемлемый вариант значения confidence threshold рекомендуется выбирать в зависимости от потенциальных экономических и временных затрат на дополнительный контроль сварных соединений.



Рис. 1. Сварочный робот FANUC с установленной системой iRVision



Isometric

Рис. 2. Исследуемые углы наклона робота при сканировании α и β



Рис. 3. Образец стыкового сварного соединения с дефектами

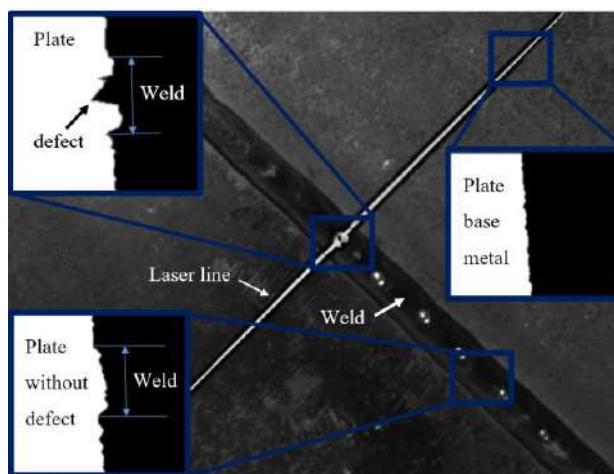


Рис. 4. Индикация дефекта сварки в виде поры диаметром 5 мм

РАЗРАБОТКА НАУЧНЫХ ОСНОВ НАНЕСЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО ТВЕРДОХРОМОВОГО ПОКРЫТИЯ НА ТИТАНОВЫЕ ДЕТАЛИ С ДИСКРЕТНЫМ ИЗМЕНЕНИЕМ ВРЕМЯТОКОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ХРОМИРОВАНИЯ

Руководитель проекта – доктор технических наук, доцент Д.В. Ардашев

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Установление и последующее теоретико-экспериментальное исследование взаимосвязи между условиями нанесения твердохромового покрытия на титановые детали (температура электролита, начальная плотность тока, времятоковые характеристики процесса – динамика изменения плотности тока в процессе нанесения покрытия во времени, качество подготовки поверхности перед хромированием) и качеством формируемого покрытия (шероховатость, микротвердость, сплошность, толщина).

ПУБЛИКАЦИИ

2 научные статьи

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

1 статья в Scopus

1 статья в журнале из перечня RSCI

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- Теоретическое исследование особенностей нанесения твердохромового покрытия на титановые детали (термодинамические и кинетические аналитические расчеты).
- Формирование научно-обоснованных рекомендаций по нанесению качественного твердохромового покрытия на титановые детали с учетом установленных времятоковых закономерностей процесса на основе выявленных теоретических закономерностей.
- Изготовление опытных образцов титановых деталей с твердохромовым покрытием, нанесенным с различными времятоковыми характеристиками с применением лабораторно-промышленной базы ООО «Уральский инжиниринговый центр» (г. Челябинск).
- Экспериментальное исследование твердохромового покрытия опытных образцов титановых деталей методами микроскопии:
 - Исследование морфологии покрытия (наличие пор, отслоений);
 - Исследование характеристик покрытия (толщины, микротвердости).
- Установление характера влияния времятоковых параметров процесса нанесения твердохромового покрытия (начальная плотность тока, различная динамика ее изменения в процессе хромирования) на качество формируемого покрытия (шероховатость, микротвердость, сплошность, толщина).
- Разработка обобщенных рекомендаций по реализации

технологии нанесения твердохромового покрытия на титановые детали.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- Теоретическое обоснование научно-методической базы нанесения твердохромовых покрытий на титановые детали, заключающееся в установлении взаимосвязи параметров процесса хромирования (температура электролита, плотность тока, режим подачи тока) с выходными характеристиками процесса (кинетические и термодинамические характеристики).
- Установление и изучение взаимосвязи превращений, происходящих в электролите, с процессами, протекающими на границе раздела фаз электрод–электролит (с величинами стационарного потенциала и поляризационной емкости) в процессах хромирования титановых деталей.
- Эмпирические зависимости, носящие предиктивный характер, связывающие параметры качества твердохромового покрытия (шероховатость, микротвердость, сплошность, толщина) с времятоковыми параметрами его нанесения (начальная сила тока, различная динамика ее изменения в процессе хромирования).
- Научно-обоснованные рекомендации по реализации технологии нанесения твердохромового покрытия на титановые детали с изменяющимися времятоковыми характеристиками.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

- Установленные в результате реализации проекта теоретические зависимости протекания процесса гальванического хромирования титановых деталей, а также результаты экспериментальных исследований влияния варьируемых условий нанесения покрытия на его качество лягут в основу обобщенных технологических рекомендаций по назначению режимов нанесения покрытия и реализации технологии хромирования титановых деталей для нужд авиа- и ракетостроения, а также потребностей военно-промышленного комплекса.
- Предприятие, привлекаемое для производства опытных образцов титановых деталей с твердохромовым покрытием – ООО «Уральский инжиниринговый центр» (г. Челябинск), готово взять на себя функцию экспериментальной научно-производственной площадки для реализации научно-обоснованной опытной технологии хромирования титановых деталей, сформированной по результатам выполнения заявляемого проекта, дальнейшего ее освоения и применения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

- ☑ Теоретическое обоснование научно-методической базы нанесения твердохромовых покрытий на титановые детали, заключающееся в имитационных моделях, устанавливающих и теоретически описывающих взаимосвязи параметров процесса

хромирования (температура электролита, плотность тока, режим подачи тока) с выходными характеристиками процесса (кинетические и термодинамические характеристики).

- ☑ Вскрытие взаимосвязи между исходными условиями (температура электролита, начальная плотность тока, времятоковые характеристики процесса, исходное качество поверхности) нанесения твердохромового покрытия на титановые детали и выходными параметрами процесса, что позволит прогнозировать качественные и количественные характеристики процесса.
- ☑ Установление и изучение взаимосвязи превращений, происходящих в электролите, с процессами, протекающими на границе раздела фаз электрод–электролит (с величинами стационарного потенциала и поляризационной емкости) при хромировании титановых деталей.
- ☑ Вскрытие взаимосвязи условий нанесения (температура электролита, начальная плотность тока, времятоковые характеристики процесса, исходное качество поверхности) твердохромового покрытия на титановые детали с качеством сформированного покрытия (шероховатость, микротвердость, сплошность, толщина), конкретизация и дополнение теоретически установленных взаимосвязей.

ПАРТНЕР ПРОЕКТА

- ☑ ООО «Уральский инжиниринговый центр», г. Челябинск.

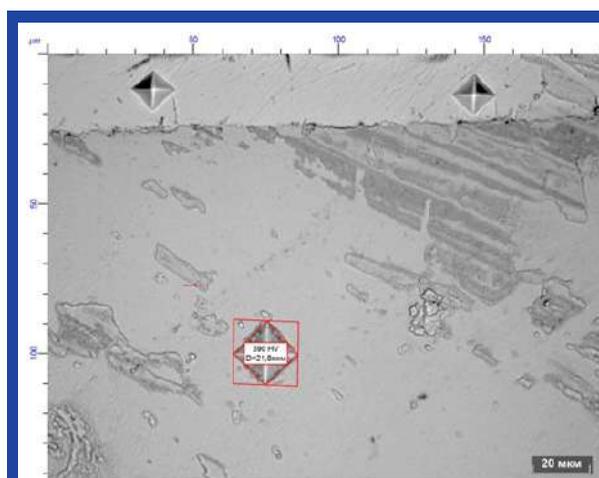


Рис. 1. Измерение микротвердости образца

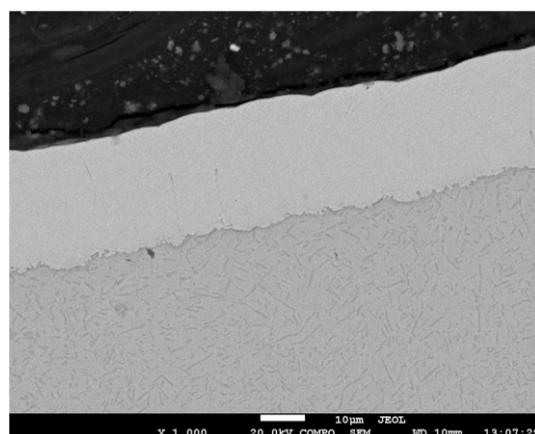


Рис. 2. Изображение РЭМ сечения образца

РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ОСНОВ ВЫЯВЛЕНИЯ СКРЫТЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ РАДИОВОЛНОВЫМ МЕТОДОМ

Руководитель проекта – кандидат технических наук, доцент **М.Г. Вахитов**

ПУБЛИКАЦИИ

1 научная статья

1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

1 статья в Scopus

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- ➔ Проведение численного моделирования определения типов повреждений (внутрислойные повреждения, расслоения, разрыв волокон) композитных материалов радиоволновым и радиолокационным методами.
- ➔ Экспериментальные исследования композитных материалов со скрытыми повреждениями (дефектами) радиоволновым и радиолокационным методами, определение минимального размера регистрируемого дефекта и его влияния на остаточную прочность композита.
- ➔ Сравнение результатов численных и экспериментальных исследований, подготовка заключения и рекомендаций по дальнейшим путям уточнения полученных характеристик.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- ➔ Результаты численного моделирования определения типов повреждений композитных материалов (внутрислойные повреждения, расслоения, обрыв волокон).
- ➔ Экспериментальное определение внутренних повреждений материалов по методике сравнения S-параметров, диэлектрической и магнитной проницаемостей образцов без повреждений и

образцов с внутренними повреждениями.

- ➔ Рекомендации по дальнейшему развитию методики экспериментального определения ударных повреждений в композите радиолокационными и радиоволновыми методами. Разработанные подходы и полученные данные будут служить основой для практического использования радиоволновых и радиолокационных методов контроля в целях мониторинга состояния элементов из полимерных композитных материалов. Сопоставление данных по влиянию внутренних дефектов образцов композитных материалов на величину диэлектрической проницаемости в микроволновом частотном диапазоне позволит обогатить теорию и составить картину электромагнитного отклика на различные типы дефектов. Будет проведена модернизация методов измерения материальных параметров СВЧ для увеличения их точности и расширения рабочего СВЧ-диапазона в области высоких (миллиметровые длины волн) частот.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В результате работы над проектом будут созданы методы обнаружения скрытых повреждений в композитных материалах, определены частотные диапазоны, которые позволят проводить мониторинг состояния композитного элемента. Применение радиоволнового

метода неразрушающего контроля при исследовании скрытых повреждений в элементах самолетов из ПКМ позволит осуществить создание цифровой карты «несущественных» повреждений для каждого летательного аппарата. Также позволит следить за состоянием этих повреждений и своевременно принимать меры по восстановлению поврежденного участка. Данный метод может быть применен для авиационной и космической отраслей.

материалов в волноводе в диапазоне частот. Изготовлены образцы композитных материалов с дефектами (неоднородностями). Проведена верификация математической модели по результатам экспериментальных исследований.

ПАРТНЕР ПРОЕКТА

☑ 000 «Планар».

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

☑ Разработана математическая модель композитного материала с внутренними дефектами (неоднородностями). Проведено численное моделирование по определению S-параметров

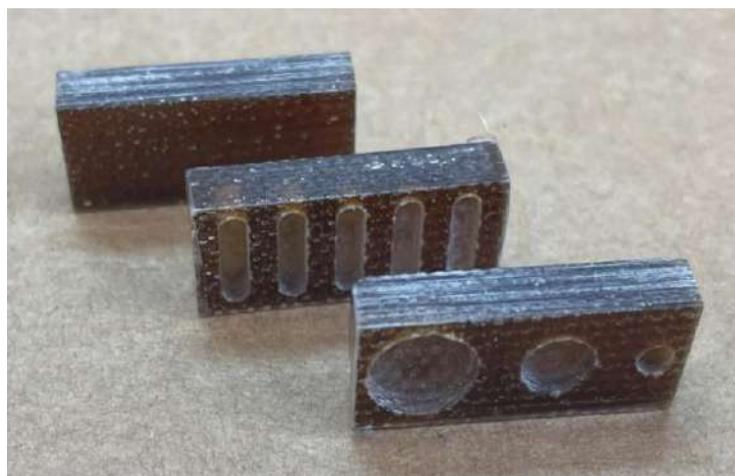


Рис. 1. Образцы материалов с неоднородностями



Рис. 2. Каоксиано-волноводный переход с образцами материалов

РАЗРАБОТКА АНАЛИТИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗМЕРНОГО ВИБРОДИСПЕРГИРОВАНИЯ ВОЛОКНИСТЫХ – КОЛЛАГЕНСОДЕРЖАЩИХ, РАСТИТЕЛЬНЫХ И МИНЕРАЛЬНЫХ – ОТХОДОВ СО СЛОЖНОЙ СТРУКТУРОЙ С ЦЕЛЬЮ РЕАЛИЗАЦИИ ВОКСЕЛЬНОГО ПРИНЦИПА ПОСТРОЕНИЯ ИЗ НИХ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ КОМПОЗИТОВ ПРИ РЕЦИКЛИНГЕ

Руководитель проекта – кандидат технических наук, доцент Ю.С. Сергеев

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Стабильное получение поверхностей дисперсных частиц с требуемой геометрией путем введения в зону разрушения материала расчетного управляемого вибрационного воздействия для проектирования вибрационных технологий и высокотехнологичного, энергоэффективного оборудования, необходимых на уральских предприятиях, производящих из отходов различных кожматериалов вторичную гранулоподобную стружку, волокна и порошки применяемые главным образом, при изготовлении изделий из кожеподобных композитов.

ПУБЛИКАЦИИ

4 научные статьи

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

4 статьи в журнале из перечня RSCI

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- ➔ Теоретические исследования процессов диспергирования отходов вязкоупругопластичных (коллагенсодержащих) сред животного происхождения.
- ➔ Теоретические исследования характеристик вибрационных полей (виброперемещений в технологических системах) фрезерных станков, в том числе вибродиспергаторов для переработки отходов коллагенсодержащих сред.
- ➔ Компьютерное моделирование процесса формирования элементной стружки (крошки) при диспергировании отходов вязкоупругопластичных (коллагенсодержащих) сред животного происхождения.
- ➔ Натурное моделирование процесса формирования элементной стружки (крошки) при диспергировании отходов вязкоупругопластичных (коллагенсодержащих) сред животного происхождения.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- ➔ Принципиально новые процессы размерного механического диспергирования коллагенсодержащих сред, основанные на так называемом воксельном подходе, обеспеченные путем принудительного введения в зону разрушения материала расчетного управляемого вибрационного воздействия. Такой подход станет научной основой проектирования вибрационных технологий и высокотехно-

логичного, энергоэффективного оборудования для размерного диспергирования отходов кожматериалов при производстве гранулоподобной стружки, волокон и порошков, применяемых главным образом при производстве изделий из кожеподобных композитов.

- ➔ В плане науки:
 - во-первых, именно такой поход позволит перейти от традиционного (хаотичного) к новому – высокоорганизованному, то есть упорядоченному и управляемому процессу разрушения упруговязкопластичных сред, различных по структуре;
 - во-вторых, параллельные теоретические и экспериментальные исследования новых способов возбуждения управляемой вибрации и воздействия ее на процесс управляемого диспергирования позволят, с одной стороны, сделать вклад в теорию колебаний (создать математическое описание процессов самовозбуждения и самосинхронизации высокочастотных колебаний и механически модулируемых колебаний). С другой стороны, результаты позволят развить знания в теории вибрационного резания и ударно-режущего разрушения упруговязкопластичных сред.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Результаты уже востребованы и позволят получать дисперсные частицы (крошка, стружка, мелкодисперсные порошки) требуемого качества без изменения их физико-химических характеристик, чего ожидают производители изделий из порошков, а также

переработки твердых промышленных и бытовых отходов. На основе синтеза полученных новых знаний в областях вибрационной механики (теории резания и теории разрушения) будут сформулированы алгоритмы расчета кинематических связей в станках-диспергаторах нового поколения, что очень актуально в условиях импортозамещения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

- ☑ Физический механизм управления геометрией дисперсных частиц при диспергировании резанием отходов вязкоупругопластичных (коллагенсодержащих) сред животного происхождения. Уникальные математические модели, описывающие процесс размерного вибро-диспергирования отходов вязкоупругопластичных (коллагенсодержащих) сред. Математическое описание возможных сложных формообразующих движений виброприводов главного движения (движения формообразования) в станках.

- ☑ Критериальные зависимости, определяющие предельные возможности вибрационного диспергирования отходов вязкоупругопластичных (коллагенсодержащих) сред.
- ☑ Методология проектирования диспергаторов нового поколения для размерного вибро-диспергирования отходов вязкоупругопластичных сред. Концептуальные основы алгоритмов проектирования и настройки вибро-диспергаторов. Результаты экспериментальных исследований процессов размерного вибро-диспергирования отходов вязкоупругопластичных (коллагенсодержащих) сред (подана заявка № 2022130105 на патент РФ «Способ измельчения коллагенсодержащих сред и инструмент для его осуществления»).

ПАРТНЕРЫ ПРОЕКТА

- ☑ ООО «Аллюр-Злат», г. Златоуст.
- ☑ ООО «Студия Хорс», г. Златоуст.
- ☑ АО «НИИ «Гермес», г. Златоуст.
- ☑ ЗАО «Юничел-Злато», г. Златоуст.
- ☑ ООО НПП «Парус», г. Златоуст.



Рис. 1. 3D модель станка для размерного диспергирования отходов кожи

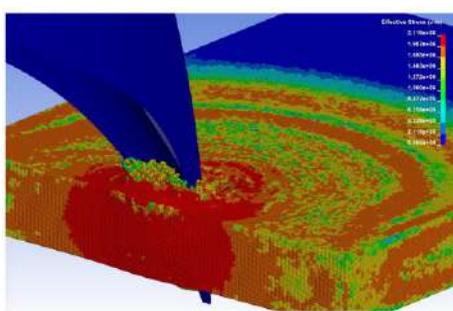


Рис. 2. Результат моделирования стружкоотделения кожи

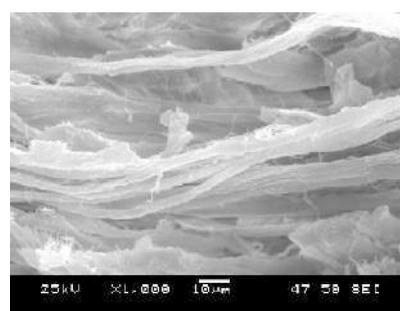


Рис. 3. Микроструктура волокон кожи

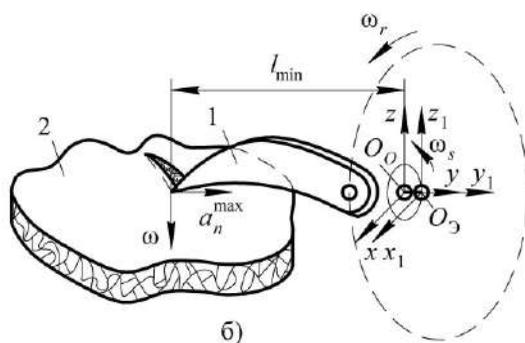


Рис. 4. Схема стружкоотделения



Рис. 5. Инструмент типа «кошачий коготь»

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОПЕРАЦИЙ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ОБРАБОТКИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ПРОЦЕССА

Руководитель проекта – кандидат технических наук, доцент Л.В. Шипулин

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработка методологии технологического проектирования операций высокоскоростной абразивной обработки на основе использования цифрового двойника процесса.

ПУБЛИКАЦИИ

1 научная
статья

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

1 статья
в журнале
из перечня RSCI

ЗАДАЧА ПРОЕКТА

- Разработка методологии технологического проектирования операций высокоскоростной абразивной обработки на основе использования цифрового двойника процесса.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

Разработана и реализована в виде программного обеспечения методология технологического проектирования операций высокоскоростной абразивной обработки на основе использования цифрового двойника процесса. Использование программного обеспечения позволит проектировать производительные и эффективные технологические процессы высокоскоростной абразивной обработки, обеспечивая при этом полное использование возможностей современного оборудования с ЧПУ, отсутствие брака и различных дефектов.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Программное обеспечение позволит проектировать операции высокоскоростной абразивной обработки на основе использования цифрового двойника процесса.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

- Разработана методология технологического проектирования операций высокоскоростной абразивной обработки на станках с ЧПУ.
- Разработано математическое обеспечение цифрового двойника процесса высокоскоростной обработки.
- Проведено экспериментальное и конечно-элементное исследование микрогеометрии единичных шлифовальных царапин.

ПАРТНЕР ПРОЕКТА

- ООО «Уральское отделение АДЕМ», (г. Екатеринбург).

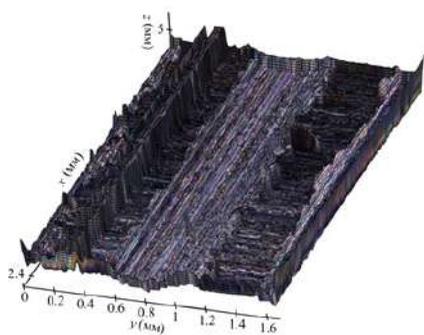


Рис. 1. Топография микрорельефа, построенного при помощи совмещения ряда фотографий на различном уровне

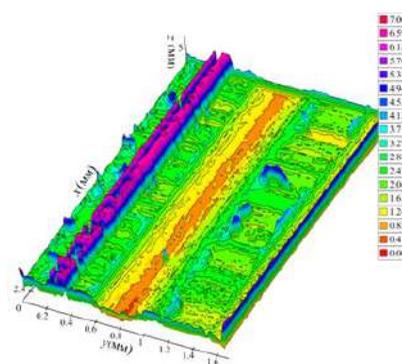


Рис. 2. Топография микрорельефа, в цветовой гамме отображающей высоты поверхности

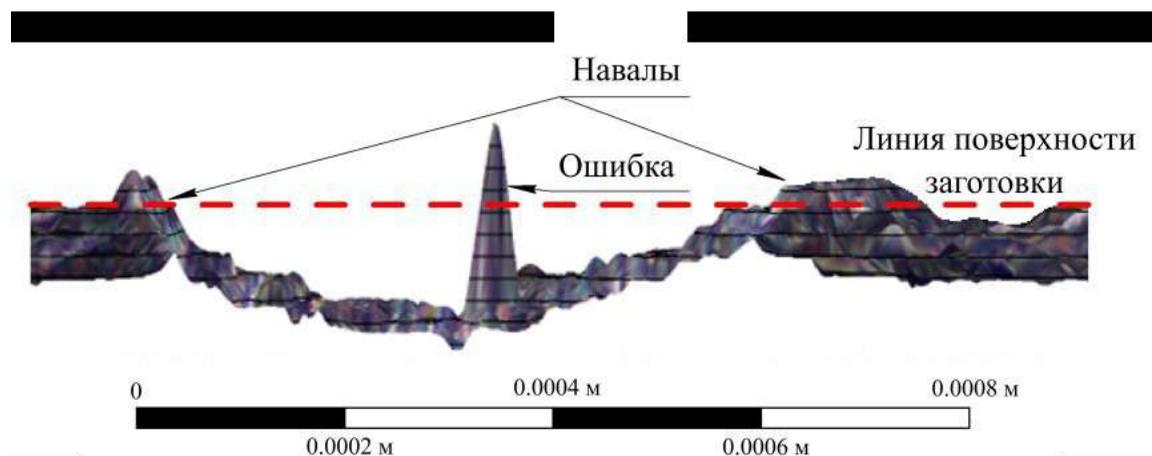


Рис. 3. Поперечное сечение топографии микрорельефа

А: Явная динамика
 Эквивалентное напряжение
 Тип: Эквивалентное напряжение (фон-Мизеса)
 Единица измерения: Па
 Время: 5.e-005 с
 Номер цикла: 410212
 17.10.2022 12:13

5.8301e8 max
 5.1823e8
 4.5346e8
 3.8868e8
 3.2390e8
 2.5912e8
 1.9434e8
 1.2956e8
 6.4779e7
 0 min

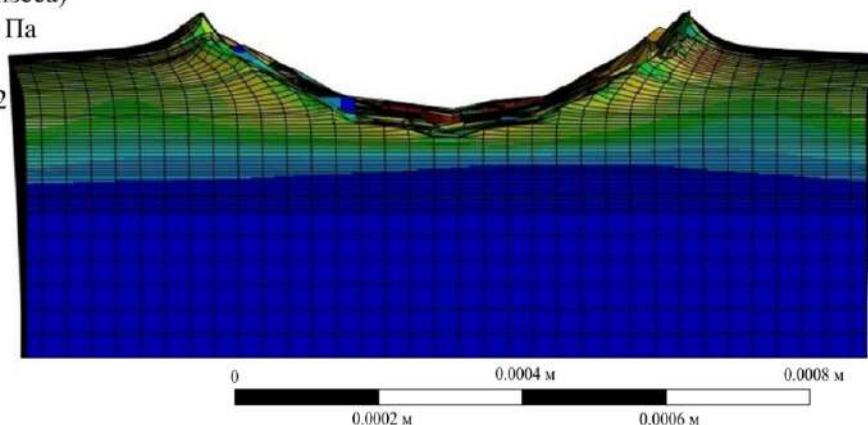


Рис. 4. Поперечный профиль следа от единичного абразивного зерна, полученный в результате конечно-элементного моделирования

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ

Руководитель проекта – доктор технических наук, профессор С.Г. Воронин

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Развитие теории фазового принципа векторного управления ЭМП с постоянными магнитами.

ПУБЛИКАЦИИ

3 научные статьи

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

2 статьи в РИНЦ

1 статья в журнале из перечня RSCI

ЗАДАЧА ПРОЕКТА

Уточнение математических моделей синхронных двигателей с постоянными магнитами и отработка алгоритмов идентификации вентильного электропривода для целей управления и организации бездатчикового векторного управления.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

Математические модели, алгоритмы идентификации, алгоритмы и структуры систем фазового управления. Отработка полученных моделей и алгоритмов с помощью имитационного моделирования датчиковых и бездатчиковых вентильных электроприводов на различных рабочих режимах.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Разработанный в процессе выполнения работы монитор состояния электропривода на основе синхронных двигателей с постоянными магнитами (СДПМ) могут быть использованы при проверке и отладке систем управления электроприводом на основе таких двигателей. В частности, он используется при настройке тягового электропривода сельскохозяйственного трактора в ООО «Резонанс». Предложенные алгоритмы дискретной коммутации СДПМ в режиме фазового векторного управления могут быть использованы при разработке электроприводов

вентиляторов и насосов. Например, на предприятии ООО «Эс Энд Эй Автоматизация» в рамках программы перехода к электроприводам на основе отечественных преобразователей напряжения с отечественными комплектующими элементами предполагается разработка серии таких приводов. Дискретная коммутация обмоток весьма перспективна в электроприводе тяговых винтов БПЛА и небольших электросамолётов. В ЮУрГУ такой привод использован в испытательном стенде для отработки системы управления летательных аппаратов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

- Разработаны уточнённые математические модели, позволяющие анализировать механические, регулировочные, энергетические и динамические характеристики электроприводов с СДПМ в режиме фазового векторного управления. Отличительной особенностью моделей является возможность учитывать наличие неравенства индуктивностей обмотки по осям d и q , а также изменение таких параметров двигателя, как индуктивность обмотки, коэффициент связи между скоростью вращения ротора и противо-ЭДС, обусловленных изменением электромагнитной нагрузки статора.
- Разработана вычислительная модель электропривода, которую электромеха-

СОЗДАНИЕ ОСНОВ ТЕОРИИ НОВЫХ ТИПОВ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ С УЛУЧШЕННЫМИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ И НАДЕЖНОСТНЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ, И СИНТЕЗ МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭТИХ СИСТЕМ

Руководитель проекта – доктор технических наук, профессор **М.А. Григорьев**

ПУБЛИКАЦИИ

5 научных статей

2 доклада на международных конференциях

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

5 статей в журналах из перечня RSCI

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- ➔ Выявить и охарактеризовать зависимости фазовых переменных (ток, напряжения, частота питания, электромагнитный момент) систем электроприводов от геометрии активных частей электромеханического преобразователя.
- ➔ Определить формы управляющих воздействий фазных токов (отказ от ограничений на эту форму – не только синусоидальная).
- ➔ Определить конфигурации схем силовых цепей (по количеству фаз, структуре полупроводникового преобразователя (количество уровней преобразователя) на примере крупных электроприводов переменного тока объектов металлургического производства и нефтегазового комплекса, показаны семейства энергетических состояний в этих точках, оценены удельные массогабаритные показатели систем электропривода.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- ➔ Комплекс (набор) регрессионных моделей, полученных на основе обработки результатов экспериментальных исследований в полевых условиях и анализа данных каталогов электротехнической промышленности.
- ➔ Анализ полученных регрессионных моделей, на основании которого выполняется оценка текущих возможностей современных систем электропривода по таким критери-

ям, как удельные массогабаритные показатели (момент / к массе), максимальный КПД, средневзвешенный КПД.

- ➔ Результаты систематизации полученных данных в широком диапазоне мощностей. Результаты сопоставления этих данных и оценка предельных возможностей, достигаемых в идеализируемых объектах.
- ➔ Результаты сопоставления текущих энергетических показателей электроприводов с предельными, которые могут быть достигнуты в идеализируемой системе.
- ➔ Результаты исследований зависимостей фазных переменных систем электропривода от геометрических параметров электрической машины для широкого класса электрических машин. Результаты сопоставления известных решений с полученными на обобщенной модели. Критическая оценка результатов.
- ➔ Результаты исследования зависимости уровня сложности конфигурации ротора и спинки статора синхронной реактивной машины при традиционных методах оптимизации и с учетом влияния конфигурации схем силовых цепей.
- ➔ Результаты зависимостей оптимального количества полюсов в синхронных реактивных машинах с учетом и без учета схемы питания полупроводникового преобразователя частоты.
- ➔ Результаты исследования зависимостей уровня сложности конфигурации спинки статора асинхронной машины при традиционных методах оптимизации и с учетом влияния конфигурации схем силовых цепей.
- ➔ Результаты зависимостей оптимального количества полюсов в асинхронных машинах с учетом и без учета схемы питания полупроводникового преобразователя частоты.

- ➔ Получение семейства зависимостей энергетических показателей комплекса полупроводниковый преобразователь – двигатель для традиционных подходов к оптимизации и для предложенных в данном проекте в разных системах электроприводов.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

- ➔ Применением относительно новых методик в электроэнергетике и электромеханике (параллельных методов расчета на высокопроизводительных вычислительных кластерах методом конечных элементов совместно с численными методами решения трансцендентных уравнений, позволяющих решать задачи анализа и синтеза полупроводниковых преобразователей частоты) и парадигм (синергетическая парадигма, основывающаяся на том, что синтез новых технических систем, содержащих новые элементы, позволяет не просто суммировать возможности этих элементов, а существенно их усиливать, например, создание теории электромеханического преобразователя на базе синхронной реактивной машины требует учета ограничения угла нагрузки по условиям выпадения из синхронизма и это принципиально ограничивает возможности системы на [20–30] %, переход к построению теории сложной системы, содержащей электромеханический преобразователь, полупроводниковый преобразователь и систему управления, эти ограничения снимает принципиально).
- ➔ Прямим применением научных результатов на практике при построении новых систем электроприводов для объектов металлургии и нефтегазового комплекса с улучшенными массогабаритными, энергоэффективными и надежностными показателями.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

- ✓ В ходе выполнения проекта были собраны публикационные материалы, в которых дается оценочная сравнительная характеристика новых типов двигателей и проведен их анализ.
- ✓ На ПАО «Челябинский трубопрокатный завод» проведены полевые испытания электроприводов прокатного стана с целью выявления статических и динамических нагрузочных характеристик на электропривод со стороны рабочего механизма.
- ✓ Синтезирована обобщённая математическая модель «преобразователь – двигатель», которая включала: комплекс моделей разных типов полупроводниковых преобразователей (идеальный источник тока, ШИМ-инвертор напряжения, охваченный отрицательной обратной связью по току, тиристорный коммутатор, ЧШИМ инвертор напряжения); математическую модель электромеханического преобразователя, в котором параметры рассчитывались методом

конечных элементов; структура управления, содержащая многоканальную систему, каждый канал которой представляет собой контур регулирования фазного тока задания, на амплитуду которого приходит с выхода регулятор.

- ✓ Проведена оптимизация структуры математической модели «Полупроводниковый преобразователь – двигатель».
- ✓ Построен комплекс регрессионных моделей существующих электромеханических и полупроводниковых преобразователей, рабочих нагрузок на прокатных станах с целью анализа исходных возможностей оптимизируемых устройств. Наиболее ценными для решения поставленных в работе задач являлись достаточно подробные данные по составляющим потерь.
- ✓ Решена задача создания основ теории электромеханического преобразования энергии в современных электроприводах на основе параллельных методов расчетов на высокопроизводительных вычислительных кластерах для расчета методом конечных элементов электромеханического преобразователя. Определено программно-технических требований к суперкомпьютеру, на котором производится вычисление электромагнитных уравнений. Достигнут наибольший эффект от распараллеливания – достигается за счет применения упреждающих вычислений, что способствует снижению доли расчетного времени на обмен информацией между процессорам.
- ✓ Осуществлено сопоставление данных регрессионных моделей с данными полученными при исследовании обобщенной математической модели комплекса «Полупроводниковый преобразователь – двигатель». Мат. модель позволила заключить, что суммарные потери в СРМ предполагаются несколько ниже, чем в существующих прокатных двигателях. Суммарные потери лежат в пределах от 3 до 8 % для принятого диапазона номинальных моментов.

ПАРТНЕР ПРОЕКТА

- ✓ ООО НТЦ «Приводная техника» г. Челябинск.



Рис 1. Обобщенная модель электропривода переменного тока

РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОГО И МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ НА ВОЗМОЖНОСТЬ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАДАННОЙ ТОЧНОСТИ И ШЕРОХОВАТОСТИ ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ПАРТИИ ДЕТАЛЕЙ НА ОПЕРАЦИЯХ ПЛОСКОГО ШЛИФОВАНИЯ С ЧПУ

Руководитель проекта – кандидат технических наук, доцент **А.В. Акинцева**

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор **П.П. Переверзев**

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработка методического и математического обеспечения для создания автоматизированной информационной системы контроля управляющих программ для станков с ЧПУ (АИС контроля УП ЧПУ), позволяющей проверить возможность технологического обеспечения заданной точности обработки и шероховатости обрабатываемой поверхности для всей партии деталей на операции плоского шлифования с ЧПУ с учетом влияния на процесс переменных технологических факторов.

ПУБЛИКАЦИИ

5 научных статей

5 докладов на международных и всероссийских конференциях

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

1 статья в Scopus

2 статьи в журналах из перечня ВАК

2 статьи в РИНЦ

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- Разработать методику контроля управляющих программ для станков с ЧПУ (УП ЧПУ) на возможность технологического обеспечения точности и шероховатости обработанной поверхности при плоском шлифовании с ЧПУ партии деталей в условиях серийного производства с учетом переменных технологических факторов.
- Разработать структуру и состав «Паспорта контроля УП ЧПУ» с прогнозными значениями параметров точности и шероховатости обрабатываемой поверхности, который документирует проведение контроля УП ЧПУ.
- Разработать аналитическую модель силы резания для плоского шлифования, устанавливающую взаимосвязь силы резания и физико-механических свойств обрабатываемого материала, геометрических параметров, характеристики, степени затупления абразивного инструмента, режимов резания и т. д. с учетом кинематики процесса плоского шлифования. Разработанная силовая модель послужит основой для аналитической модели послойного съема для процесса плоского шлифования.
- Разработать аналитическую модель расчета глубины резания, устанавливающую взаимосвязь между глубиной резания (величиной снимаемого припуска), переменной жесткостью технологической системы по площади стола станка, входными параметрами процесса обработки (физико-механическими свойствами обрабатываемого материала, геометрией зоны контакта круга с заготовкой, характеристикой круга и т. д.), режимами резания, кинематикой и особенностями съема припуска процесса плоского шлифования.
- Разработать модель цикла съема припуска при управлении ступенчатым изменением трех программных подач в цикле съема припуска с учетом влияния на процесс обработки переменных технологических факторов.
- Разработать модель формообразования обрабатываемой поверхности и модель формирования размеров и их рассеяния в условиях воздействия переменных технологических факторов.
- Разработать модель расчета рассеивания погрешности размеров, формы и расположения обрабатываемых поверхностей (отклонения прямолинейности, плоскостности, параллельности, перпендикулярности, погрешность линейных размеров) при обработке партии деталей с учетом влияния переменных технологических факторов.
- Разработать модель расчета шероховатости шлифуемой поверхности в цикле съема припуска при переменных значениях управляющих параметров и влияния переменных технологических факторов.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- Методика контроля УП ЧПУ на возможность технологического обеспечения заданной точности и шероховатости обрабатываемой поверхности при обработке партии деталей на операциях плоского шлифования с ЧПУ. Методика

- предполагает учет ряда переменных технологических факторов в широком диапазоне их варьирования. Это дает возможность прогнозирования точности и параметров шероховатости при обработке партии детали, где съём припуска ведется с заготовки, имеющей колебания припуска и отклонения формы, кругом с различной степенью затупления.
- ➔ Методика позволит не только контролировать существующие и вновь разрабатываемые производственные циклы плоского шлифования на стабильность показателей точности и качества, но и определять причины возникновения брака. Такая цифровизация и автоматизация этапа контроля УП ЧПУ позволит сократить материальные и временные затраты на подготовительном этапе производства, исключив этап адаптации проектируемых циклов к реальным производственным условиям (этап обработки пробных заготовок).
 - ➔ Математическое обеспечение методики контроля УП ЧПУ, включающее в себя:
 - модель силы резания, учитывающая кинематику процесса плоского шлифования и устанавливающая взаимосвязь силы резания с режимами резания, характеристикой и степенью затупления шлифовального круга, физико-механическими свойствами обрабатываемого материала, площадью контакта круга с заготовкой;
 - модель расчета глубины резания, разработанная на основе силовой модели и устанавливающая взаимосвязь между величиной удаляемого припуска (глубиной резания), входными технологическими параметрами, силой резания, упругими деформациями технологической системы, кинематикой и особенностями съема металла при плоском шлифовании. В результате становится возможным прогнозирование текущих размеров и шероховатости обрабатываемой поверхности на протяжении всего процесса съема припуска с учетом переменных технологических факторов;
 - модель расчета рассеивания погрешности размеров, формы и расположения обрабатываемых поверхностей, учитывающая влияние переменных технологических факторов на точность обработки;
 - модель расчета шероховатости шлифуемой поверхности, используемая для прогнозирования возможности получения заданных параметров шероховатости при обработке партии детали с учетом влияния переменных технологических факторов.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

- ➔ Разработка технического задания на создание САПР контроля УП ЧПУ в производственных условиях проектируемых управляющих программ на возможность обеспечения заданной точности обработки при изготовлении партии деталей.
- ➔ Разработка технического задания на создание САПР оптимизации циклов режимных параметров как элемента управляющей программы на операциях плоского шлифования с ЧПУ на стадии технологической подготовки производства.

- ➔ Повышение производительности и качества проектирования УП ЧПУ на этапе технологической подготовки производства (уход от ручного назначения режимов резания в УП ЧПУ).
- ➔ Повышение производительности операций плоского шлифования с ЧПУ за счет проектирования управляющих программ с оптимальными циклами режимов резания. Снижению брака при обработке партии деталей за счет повышения качества проектирования управляющих программ (УП ЧПУ).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

- ☑ Аналитическая модель силы резания для плоского шлифования, которая устанавливает взаимосвязь между основными технологическими факторами, оказывающими влияние на силу резания, а также учитывает физику процесса резания, кинематику и особенности плоского шлифования.
- ☑ Аналитическая модель расчета глубины резания, которая учитывает кинематику и особенности формирования обрабатываемой поверхности для плоского шлифования. Модель расчета глубины резания базируется на силовой модели плоского шлифования и учитывает влияние упругих деформаций технологической системы на величину снимаемого припуска. Результатом моделирования являются значения глубины резания на протяжении всего цикла шлифования по всей обрабатываемой поверхности. Это дает возможность вести прогнозный расчет текущих размеров обрабатываемой поверхности с учетом недетерминированных технологических условий обработки. В результате становится возможным проведение тестирования уже существующего или вновь создаваемого производственного цикла шлифования на возможность обеспечения им точности и шероховатости обрабатываемой поверхности при обработке партии деталей на операциях плоского шлифования с ЧПУ.
- ☑ Модель расчета рассеивания погрешности размеров, формы и расположения обрабатываемых поверхностей (отклонения прямолинейности, плоскостности, параллельности, перпендикулярности, погрешность линейных размеров), учитывающая особенности размещения заготовок на столе станка, прерывистости шлифуемой поверхности, переменную жесткость технологической системы по площади стола станка, колебания припуска и исходные отклонения формы поверхности заготовки и др. влияние переменных технологических факторов на точность обработки.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ВЫБРОСАМИ ОТ АВТОТРАНСПОРТА НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЙ НЕЙРОСЕТЕВЫХ АЛГОРИТМОВ (ИС «AIMS-ЕСО»)

Руководитель проекта – кандидат технических наук В.Д. Шепелёв

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработка нейросетевых систем по оценке и прогнозу выбросов вредных веществ от автотранспорта на основе концепции сети передачи данных между физическими объектами, оснащёнными встроенными средствами и технологиями для взаимодействия друг с другом и внешней средой (IoT).

ПУБЛИКАЦИИ

5 научных статей

2 доклада на конференциях

1 свидетельство о регистрации программы ЭВМ

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

3 статьи в Scopus

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- Сбор, интерпретация и агрегация параметров транспортных потоков на основе технического зрения.
- Оценка количества выбросов загрязняющих веществ с учетом интенсивности транспортных потоков.
- Оценка и прогноз максимальной приземной концентрации загрязняющих веществ в атмосфере с учетом метеусловий.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

Разработка интеллектуальной цифровой платформы по оценке, прогнозу и управлению экологическими рисками, связанными с функционированием автотранспорта на основе интеграции и агрегации данных, полученных посредством интернета вещей.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Переход с аналоговых средств измерений концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе на цифровые решения позволит повысить на 20–40% точность оценки и прогноза выбросов от автотранспорта, снизить в 5–10 раз затраты на приобретение и эксплуатацию систем экологического контроля.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

- Реализован пилотный проект цифровой платформы экологического контроля за выбросами от автотранспорта AIMS-Есо в г. Пермь на основе применения нейросетевых алгоритмов в задаче сбора и интерпретации данных поступающих в режиме RT от уличных камер и метеостанций.

ПАРТНЕРЫ ПРОЕКТА

- Министерство экологии Челябинской области.
- ООО «Интерсвязь», г. Челябинск.
- ООО «УмГород», г. Челябинск.
- ПАО «Ростелеком», г. Челябинск.

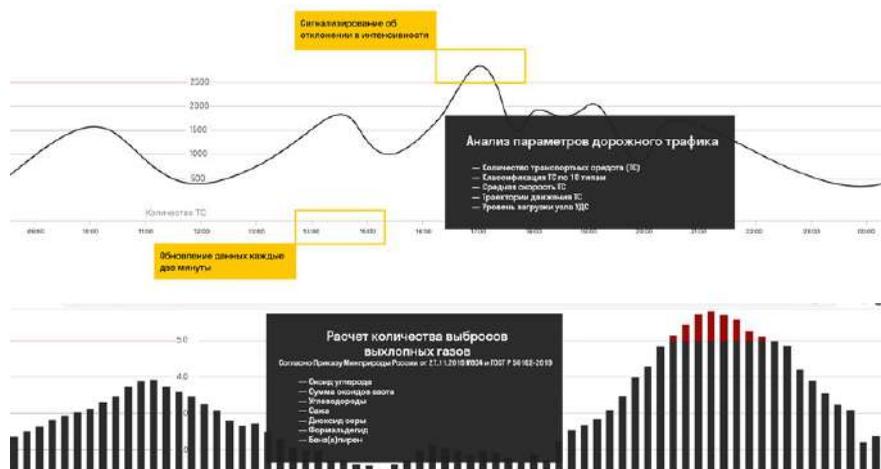


Рис. 1. Функционал системы AIMS-Eco



Рис. 2. Интеллектуальная система мониторинга количества выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта в режиме реального времени (AIMS-Eco)

РАЗРАБОТКА НОВЫХ МЕТОДОВ ОБНАРУЖЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЛОКАЛЬНЫМИ УДАРНЫМИ ПОВРЕЖДЕНИЯМИ АВИАЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ПКМ

Руководитель проекта – доктор технических наук, профессор С.Б. Сапожников

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Создание высоконадежных авиационных конструкций из полимерных композитных материалов (ПКМ), обладающих бездефектностью при регламентированных локальных ударных воздействиях и управление дефектностью при эксплуатации авиационных конструкций из ПКМ.

ПУБЛИКАЦИИ

2 научные статьи

2 доклада на конференциях

1 свидетельство в регистрации программы

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

3 статьи в Scopus

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- ➔ Выявление класса наиболее опасных случайных локальных контактных воздействий на авиационные конструкции из ПКМ, которые могут приводить к их катастрофическому разрушению.
- ➔ Разработка теоретических основ управления дефектностью авиационных конструкций в отмеченных условиях.
- ➔ Управление дефектностью (выявление дефектов неразрушающими методами, прогнозирование остаточной прочности и устойчивости расчётно-экспериментальными методами).
- ➔ Выработка рекомендаций по минимизации дефектов при сохранении высокой весовой эффективности конструкций с использованием новых трехмерно армированных ПКМ (технология локального 3D-армирования).

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

В результате выполнения комплекса междисциплинарных исследований предполагается:

- ➔ получение новой информации по видам, размерам и глубине залегания дефектов в монолитных панелях из ПКМ, возникающих при локальном ударном взаимодействии с различными типами инденторов с использованием бесконтактных оптического и термоэмиссионного способов;

- ➔ создание теоретических основ локального трехмерного армирования с использованием технологии фелтинга, что позволит повысить прочность и устойчивость элементов, растянутых или сжатых, конструкций при ударных воздействиях без увеличения их массы и даст возможность управлять такими повреждениями.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

- ➔ Известно, что в элементах конструкций из ПКМ при низкоскоростном ударном нагружении могут возникать малозаметные повреждения, которые значительно снижают прочность конструкции и могут привести к ее разрушению. Предложенный метод обнаружения места случайного локального ударного воздействия на композитные конструкции позволит заблаговременно определить место удара и оценить размеры, тип дефекта и глубину его залегания. Зная параметры дефекта, с помощью предложенных методик можно оценить остаточную прочность конструкции с дефектом и принять дальнейшие управленческие решения.
- ➔ Разработанный новый трехмерно-армированный композит и технология его производства (фелтинг), не имеющий повреждений типа расслоений после нормированного ударного воздействия, позволит повысить надежность и прочность конструкций при эксплуатации.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

- ☑ Разработаны новые вспененные материалы с добавлением полых микросфер для сэндвич-панелей про-бионических конструктивно-силовых схем самолетов.
- ☑ Проведено экспериментальное исследование эффективности войлока как материала для внешней обшивки в ребристой «про-бионической» структуре самолета. Выявлены основные механизмы разрушения и значения остаточной прочности после удара.

- ☑ Разработана численная модель фрагмента ребристой «про-бионической» структуры при ударном воздействии, показывающая возможности применения упругих прокладок для снижения повреждений в силовых композитных ребрах фюзеляжа самолета.
- ☑ Предложена оригинальная малопараметрическая модель деформирования и разрушения пластин из ПКМ с локальным трехмерным армированием (фелтинг) при низкоскоростном ударном воздействии и наличии предварительного нагружения (растяжение или сжатие). Впервые показано, что предварительное растяжение немонотонно влияет на площадь дефекта.

ПАРТНЕРЫ ПРОЕКТА

- ☑ Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского, г. Москва.
- ☑ Католический университет, г. Левен, Бельгия.

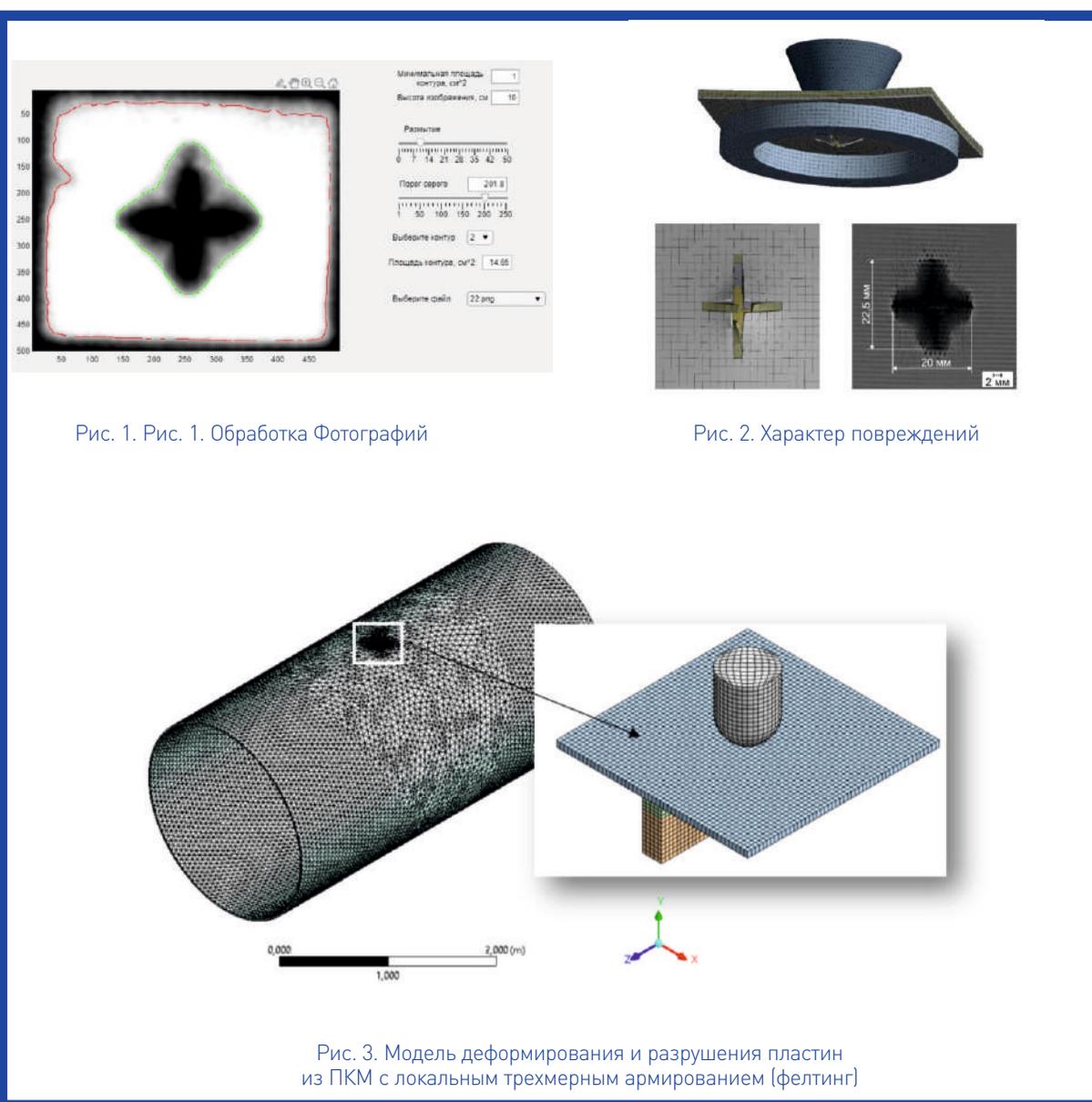


Рис. 1. Рис. 1. Обработка Фотографий

Рис. 2. Характер повреждений

Рис. 3. Модель деформирования и разрушения пластин из ПКМ с локальным трехмерным армированием (фелтинг)

РАЗРАБОТКА СВЕРХМАСШТАБИРУЕМЫХ МОДЕЛЕЙ, МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ СИНТЕЗА СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫХ И НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Руководитель проекта – доктор физико-математических наук, профессор Л.Б. Соколинский

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработка и исследование комплекса масштабируемых моделей, методов и алгоритмов для решения нестационарных задач выпуклой оптимизации, основанных на синтезе современных суперкомпьютерных и нейросетевых технологий.

ПУБЛИКАЦИИ

14 научных статей

6 свидетельств о регистрации программы для ЭВМ

8 докладов на международных конференциях

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

6 статей Scopus/WOS

4 статьи в журнале из перечня RSCI

4 статьи в РИНЦ

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

- ☑ Разработан и реализован итерационный метод проекционного типа – апекс-метод для решения многомерных задач линейного программирования на кластерных вычислительных системах.
- ☑ Разработан и реализован метод ViLiPP (Visualization of Linear Programming Problem) для построения образов многомерных задач линейного программирования на кластерных вычислительных системах.
- ☑ Разработан метод поверхностного движения для решения многомерных задач линейного программирования с помощью искусственных нейронных сетей на основе анализа их образов.
- ☑ Разработан и реализован метод FRaGenLP (Feasible Random Generator of LP) для генерации случайных многомерных задач линейного программирования на кластерных вычислительных системах.
- ☑ Разработан и реализован метод VaLiPro (Validator of Linear Program) для валидации решений многомерных задач линейного программирования на кластерных вычислительных системах.

- ☑ Разработана модель параллельных вычислений BSF (Bulk Synchronous Farm) для оценки масштабируемости параллельных итерационных алгоритмов над списками до их реализации на языке программирования.
- ☑ Разработан параллельный программный BSF-каркас для быстрой реализации параллельных итерационных алгоритмов над списками на языке C++ с использованием библиотеки параллельных вычислений MPI.
- ☑ Разработаны и обучены нейросетевые модели для решения задач линейного программирования на кластерных вычислительных системах.

ПАРТНЕР ПРОЕКТА

- ☑ Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского УрО РАН.

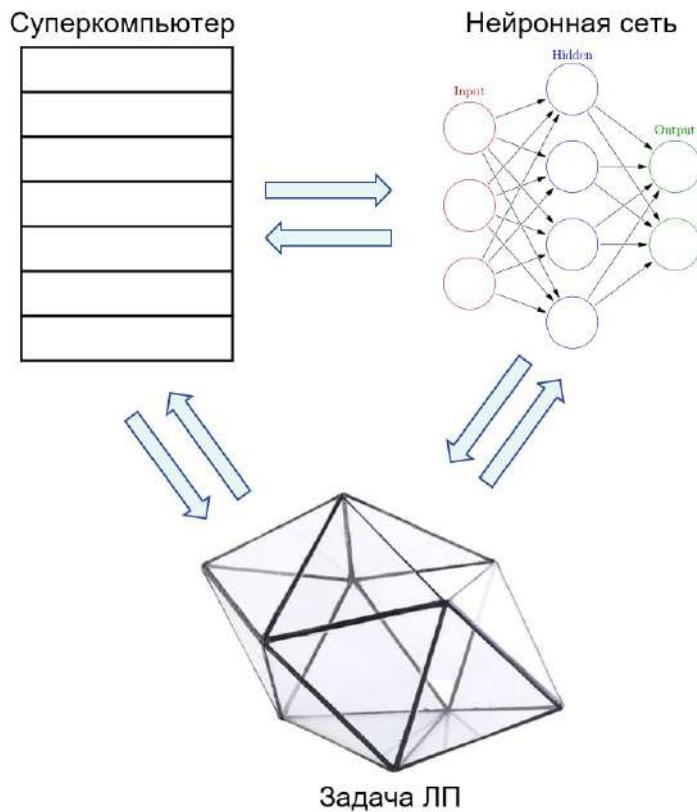


Рис. 1. Синтез суперкомпьютерных и нейросетевых технологий

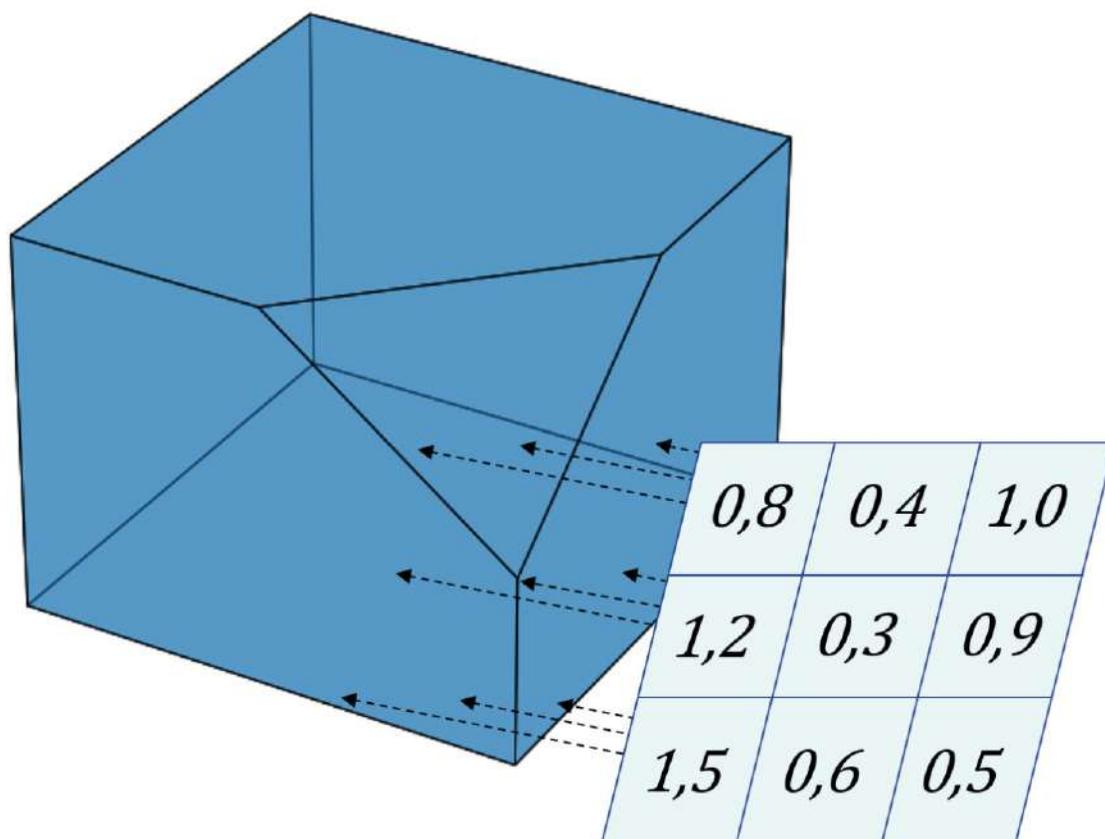


Рис. 2. Рецептивное поле

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОМАСШТАБИРУЕМЫХ МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА СВЕРХБОЛЬШИХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ НА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КЛАСТЕРАХ С МНОГОЯДЕРНЫМИ УСКОРИТЕЛЯМИ

Руководитель проекта – доктор физико-математических наук, доцент М.Л. Цымблер

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработка методов и алгоритмов интеллектуального анализа сверхбольших временных рядов.

ПУБЛИКАЦИИ

3 научные статьи

3 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ

4 доклада на международных конференциях

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

1 статья в Web of Science

2 статьи в журналах из перечня ВАК

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- ➔ Разработать и исследовать методы и параллельные алгоритмы интеллектуального анализа временных рядов, обеспечивающие высокую масштабируемость на современных высокопроизводительных вычислительных системах.
- ➔ Разработать и исследовать методы хранения и алгоритмы интеллектуального анализа временных рядов в реляционной СУБД с открытым кодом.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- ➔ Разработка новых параллельных алгоритмов интеллектуального анализа временных рядов для многоядерных ускорителей и вычислительных кластеров с узлами на их базе.
- ➔ Проведение вычислительных экспериментов с разработанными методами и алгоритмами на реальных и синтетических данных. Подготовка публикаций в рецензируемых научных изданиях.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Разработанные методы и алгоритмы могут использоваться для обработки и анализа временных рядов в широком спектре предметных областей, связанных с интеллектуальным управлением:

предиктивное обслуживание сложных механизмов и машин, персональная медицина, энергоэффективное ЖКХ и др.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

- ☑ Разработан параллельный алгоритм для графического процессора, выполняющий поиск во временном ряде аномальных подпоследовательностей всевозможных длин. Проведены вычислительные эксперименты с реальными и синтетическими временными рядами, показавшие превосходство алгоритма над аналогами и его высокую масштабируемость.
- ☑ Разработан нейросетевой метод восстановления пропущенных значений потокового временного ряда. Проведены вычислительные эксперименты с реальными и синтетическими временными рядами, показавшие, что метод по точности восстановления опережает известные аналитические и нейросетевые аналоги.

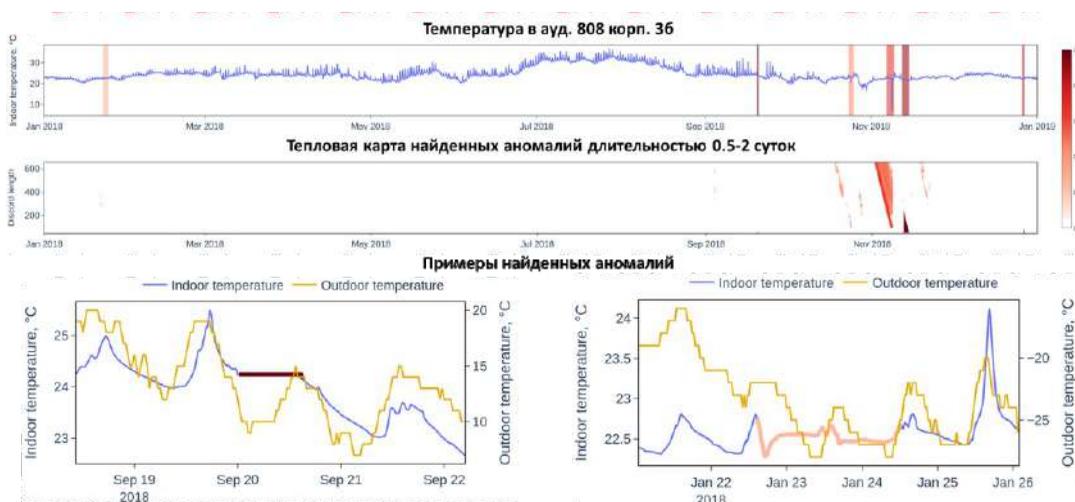


Рис. 1. Выявление аномалий в работе системы отопления ЮурГУ

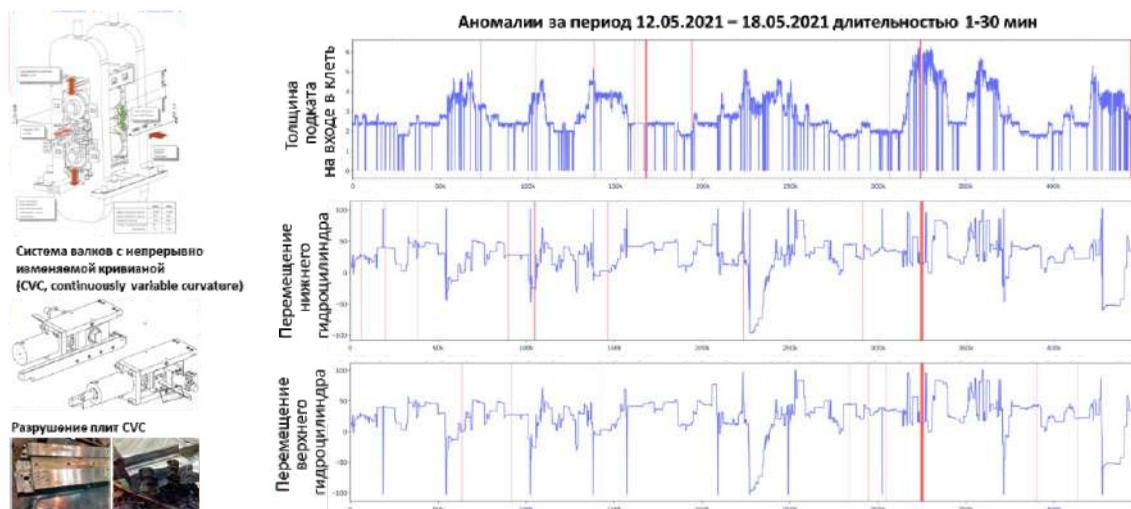


Рис 2. Выявление аномалий в работе стана холодной прокатки ПАО «ММК», приводящих к разрушению плит системы CVC

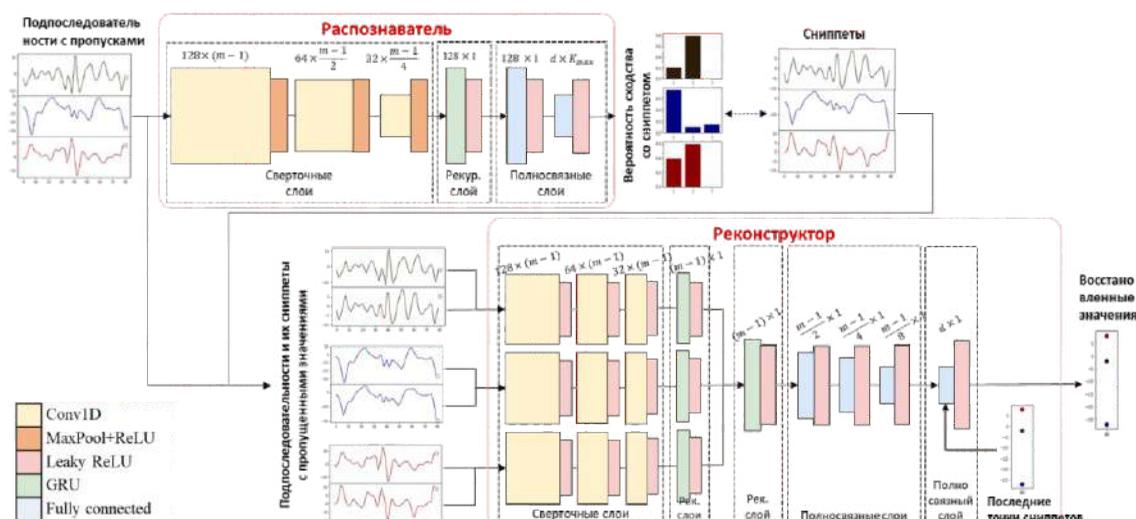


Рис. 3. Нейросетевая модель восстановления пропущенных значений потокового временного ряда

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО СОЗДАНИЮ КОМБИНИРОВАННОГО МАГНИТНОГО И ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО ПОДВЕСА ДЛЯ МОДЕЛЬНОГО РЯДА ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ МИКРОТУРБИННЫХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Руководитель проекта – кандидат технических наук Н.И. Неустроев

Научный руководитель проекта – доктор технических наук, профессор, С.А. Ганджа

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение левитации вращающихся ферромагнитных элементов в регулируемом магнитном поле на низких скоростях и в вязкой воздушной среде на высоких скоростях и на основе этих исследований разработка метода расчета комбинированной бесконтактной опоры для ряда газотурбинных установок нового поколения.

ПУБЛИКАЦИИ

9 научных статей

1 патент на полезную модель

1 доклад на международной конференции

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

6 статей в Scopus

3 статьи в РИНЦ

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- ➔ Разработать цифровую модель магнитного подшипника с системой управления.
- ➔ Разработать цифровую модель газодинамической опоры.
- ➔ Разработать проектную систему по синтезу и анализу комбинированной магнитно-газодинамической опоры.
- ➔ Практическим результатом будет разработка комбинированной бесконтактной опоры для газотурбинной установки 100 кВт, 70000 об/мин.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

Основным результатом исследования будет создание цифрового двойника комбинированной магнитной газодинамической опоры и закономерности развиваемых опорой усилий от частоты вращения. В научных исследованиях и инженерной практике такие комплексные исследования не проводились. Исследовались отдельно магнитные опоры и отдельно газодинамические опоры. Зона совместной работы разнородных по своей природе сил не изучена и в этой части полученные результаты будут иметь научную новизну и практическую значимость. Для реализации данной концепции планируется построить проектную систему для таких опор для конкретного применения.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Комбинированный электромагнитный и газодинамический подвес, позволяющий исключить износ газодинамических подшипников в режимах разгона и торможения ротора газотурбинной энергетической установки, вследствие чего повышается энергоэффективность установки в целом, ее надежность и ресурс. Также возможно применение предложенного технического решения в системах на базе высокоскоростных приводов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

- Задачу модернизации высокоэффективных экологичных газотурбинных энергоустановок предлагается решить путем интеграции новейших достижений в различных областях. Предлагается высокоскоростной аксиальный генератор на постоянных магнитах с уникальной конструкцией, с использованием комбинации газодинамического и магнитного подшипников. На низких скоростях действуют электромагнитные силы, а газодинамические подшипники работают на высоких скоростях. Это устраняет сухое трение и повышает надежность и долговечность.
- Выполнено трехмерное твердотельное моделирование комбинирован-

ного электромагнитного и газодинамического подвесов. Проведен электромагнитный расчет активного подвеса в ПО Ansys Electronic Desktop.

- ✓ Разработана и интегрирована математическая модель расчета механической прочности. Выполнена проверка посредством ПО Ansys Mechanical Structural. Разработана система управления активным магнитным подвесом в среде ПО Ansys Maxwell Simplorer. Проведен поверочный расчет газодинамического подвеса. Подготовлен комплект эскизной конструкторской документации. На средства, предоставляемые грантом, было организовано изготовление макета магнитного и газодинамического подвеса. В лабораторных условиях проверена корректность работы управляющих драйверов и силового преобразователя, разработанного комбинированного электромагнитного и газодинамического подвеса.

- ✓ Опубликовано статья в журнале «Электричество», входящем в перечень ВАК. Опубликовано статья в журнале «Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)», индексируемом Scopus. Также результаты научной деятельности отражены в диссертационной работе на соискание ученой степени кандидата технических наук, работа представлена к рассмотрению в диссертационный совет Уральского федерального университета 2.4.09.23.

ПАРТНЕР ПРОЕКТА

- ✓ АО СКБ Турбина г. Челябинск.

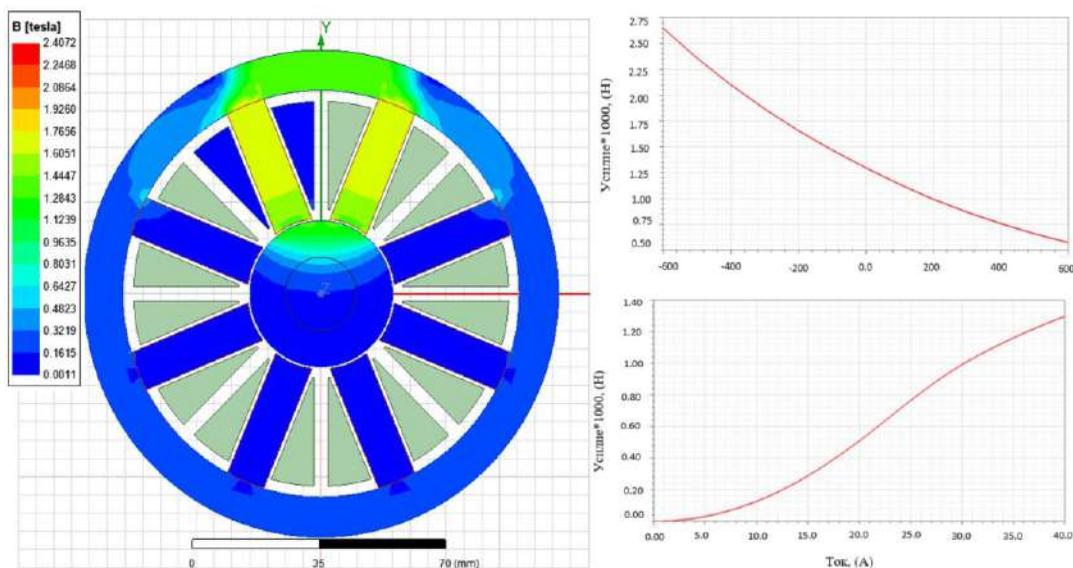


Рис. 1. Магнитное поле

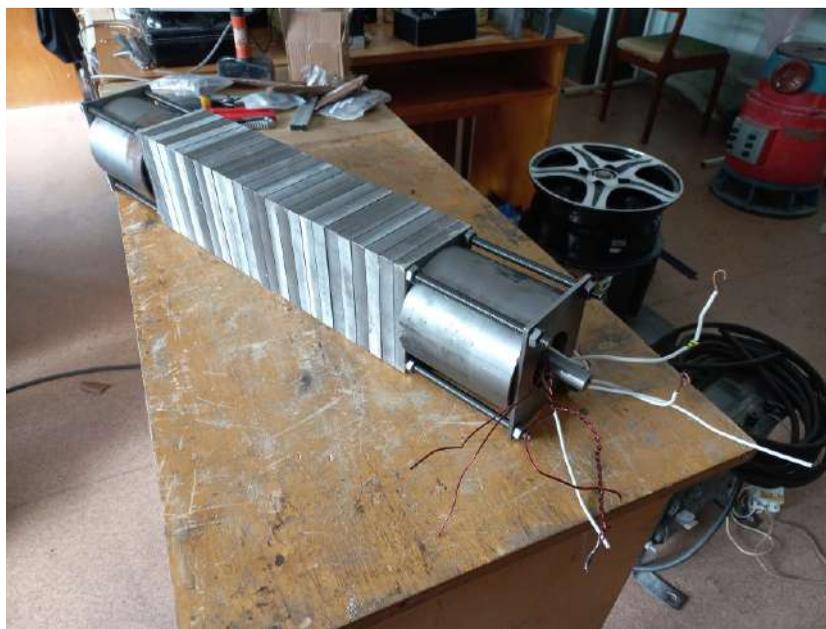


Рис. 2. Аксиальный генератор на комбинированном магнитном и газодинамическом подвесе собранный

НА ПУТИ К НОВЫМ ГИБРИДНЫМ МАТЕРИАЛАМ: ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ОТ АТОМНО-МОЛЕКУЛЯРНОГО УРОВНЯ ДО НАНОЧАСТИЦ

Руководители проекта – доктор химических наук Е.В. Барташевич, доктор химических наук М.А. Гришина, доктор химических наук О.А. Ракитин, кандидат технических наук М.В. Мишнев

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Моделирование и разработка новых гибридных материалов на уровне от атомно-молекулярного до наночастиц.

ПУБЛИКАЦИИ

21 научная статья

5 научных докладов на всероссийских конференциях

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

21 статья в Scopus/ WoS

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- Разработка и усовершенствование ряда компьютерных методов и программного обеспечения для анализа и прогноза биологической активности и физико-химических свойств химических соединений.
- Создание органических светоизлучающих диодов, в качестве активных слоев которых выступают органические и металлоорганические соединения.
- Создание новых типов конструкций газоотводящих трактов промышленных предприятий из полимерных композиционных и гибридных материалов, предназначенных для эксплуатации в широком диапазоне температур, имеющих сниженную себестоимость и улучшенные физико-механические характеристики.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- Прогноз и количественное описание зависящих от структурных особенностей свойств многокомпонентных и гибридных систем, таких как реакционные смеси для получения соединений с высокой оптической чистотой, органические кристаллы, полимеры, перспективные лекарственные средства, высокоэффективные органические светящиеся красители.
- Перспективным направлением развития является создание

органических светоизлучающих диодов, в качестве активных слоев которых выступают органические и металлоорганические соединения. Эта потребность обусловлена развитием технологий телекоммуникации, машинного зрения и медицинских приложений.

- Создание новых типов конструкций газоотводящих трактов промышленных предприятий из полимерных композиционных и гибридных материалов, предназначенных для эксплуатации в широком диапазоне температур, имеющих сниженную себестоимость и улучшенные физико-механические характеристики.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

- Создание инфракрасных светодиодов с регулируемой яркостью свечения для применения в технологиях Li-Fi беспроводной связи, в датчиках ночного видения, биоаналитических датчиках и установках биовизуализации. Дешевые органические светодиоды открывают возможности кардинального снижения их стоимости для применения в различных областях техники путем замены дорогостоящих редкоземельных элементов на дешевые органические соединения и упрощения их конструкции. Создание безопасных с физиологической точки зрения светодиодов в качестве источников света для офисных или других бытовых помещений.
- Разработанные конструктивно-технологические решения могут

применяться в газоотводящих трактах предприятий черной и цветной металлургии, энергетики и др., они обладают высокой коррозионной стойкостью, малым весом и высокой прочностью. В отличие от имеющихся аналогов они могут применяться в более широком диапазоне температур отводимых газов: от 40 – 50°C до 180 – 200°C.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В 2022 г.

- ☑ В результате выполнения проекта удалось синтезировать высокоэффективные органические светящиеся красители и подобрать компоненты вспомогательных слоев таким образом, что сконструированные диоды обладали свечением в ближней ИК области спектра от 700 до 850 нанометров. Полученные инфракрасные светодиоды обладали высокой внешней квантовой эффективностью в 1,2 %, что близко к теоретическому пределу для флуоресцентных светодиодов на основе малых органических молекул и максимальной оптической мощностью 76 мкВт/см².
- ☑ Спрогнозирована антимикробная и противогрибковая, ранозаживляющая и антиоксидантная активность, а также противораковая активность ряда фитосоединений. Установлены наиболее важные компоненты, проявляющие активность (атропин, хлорогеновая кислота и эпикатехин). Исследованы

комплексы наночастиц серебра с атропином, а также комплексы энзим-лиганд с кверцетином, лютеолином, акацетином, эпикатехином, нарингенином, изокверцетином, хлорогеновой кислотой, ванилиновой кислотой. Изучены физико-химические свойства перепрофилированных ингибиторов против *Mycobacterium smegmatis*.

- ☑ Изучены деформативные свойства терморезистивных полимеров и композитов в зависимости от температуры с учетом влияния терморелаксации при термическом старении; спрогнозированы зависимости модуля упругости полимерных композитов от температуры (в том числе в диапазоне, превышающем температуру стеклования связующего) с применением метода конечноэлементной гомогенизации. Разработана компенсационная доменная и волновая математические модели термического расширения остеклованных терморезистивных полимеров.

ПАРТНЕРЫ ПРОЕКТА

- ☑ Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН, Россия.
- ☑ Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова Российской академии наук.
- ☑ Физический институт имени П.Н. Лебедева РАН.
- ☑ Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева.
- ☑ ЗАО «Специальные композиционные материалы».
- ☑ ООО «Инновационные композиционные структуры».

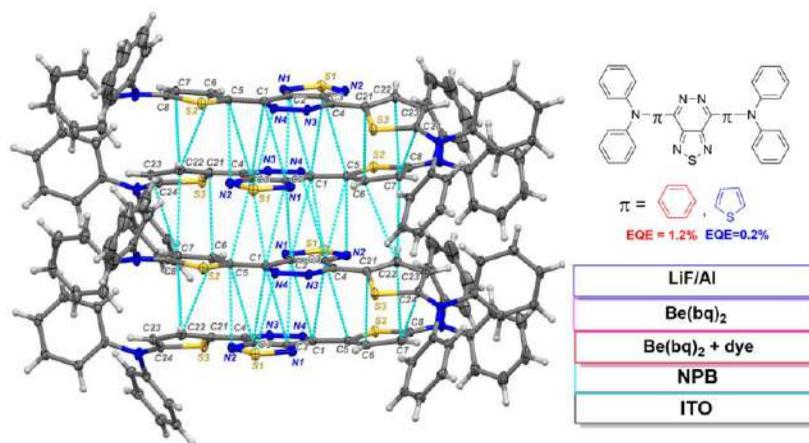


Рис. 1. Интенсивные π - π взаимодействия в одном из инфракрасных хромофоров, как причина его высокой эффективности. Химические структуры инфракрасных хромофоров, значения их внешней квантовой эффективности и структура слоев в светодиоде

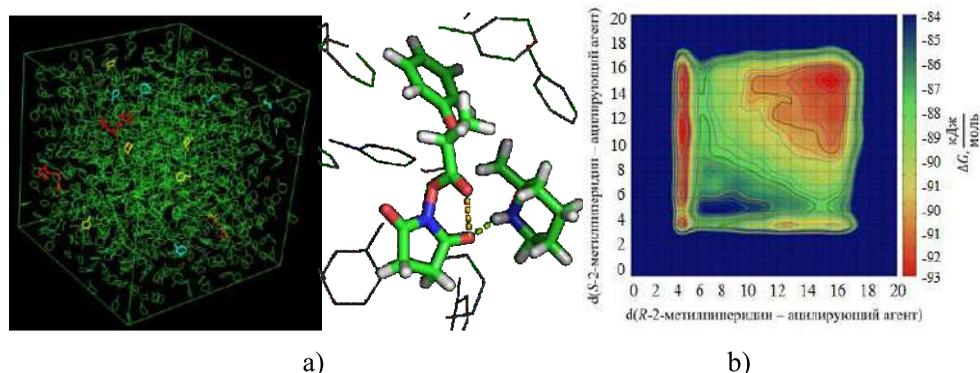


Рис. 2. а) Ячейка с реакционной смесью, полученная методами молекулярной динамики; б) энергетическая карта подхода разных молекул акцилирующего агента к молекулам S- и R-метилпиперидина, полученная методами метадинамики

МЕТАЛЛ-ОРГАНИЧЕСКИЕ КООРДИНАЦИОННЫЕ ПОЛИМЕРЫ С ГАЛОГЕН- И ПНИКТОГЕНСОДЕРЖАЩИМИ ЛИГАНДАМИ: «НЕТРАДИЦИОННЫЕ» НЕКОВАЛЕНТНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Руководитель проекта – доктор химических наук Д.А. Жеребцов

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Создание новых MOF с линкерами, способными к образованию нековалентных связей, в том числе галогенной связи.

ПУБЛИКАЦИИ

8 научных статей

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

8 статей в Scopus

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- Люминесцентная детекция и выделение галогенсодержащих органических поллютантов (хлороформ, дихлорэтан, четыреххлористый углерод).
- Сорбция иода. Данная проблема связана, в первую очередь, с загрязнением, способным возникнуть при работе с отработанным ядерным топливом. С другой стороны, внедрение иода в MOF может обуславливать появление анизотропной электронной проводимости, что представляет интерес с точки зрения создания новых материалов для электронной промышленности. В соответствии с этим получен ряд новых MOF с галогенсодержащими линкерами, проведена их характеристика и выбор среди них наиболее перспективных соединений с точки зрения изучения указанных выше свойств, изучены люминесцентные и сорбционные свойства данных MOF по отношению к широкому спектру галогенсодержащих субстратов, а также селективность сорбции из смесей.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

В результате выполнения проекта будут получены новые металл-органические координационные полимеры, изучено их строение и свойства – сорбционные и люминесцентные, а также особенности связывания субстратов при сорбции. С

фундаментальной точки зрения, это расширит знания о природе нековалентных взаимодействий.

Кроме того, полученные в ходе работы материалы могут представлять интерес для химической промышленности. С точки зрения социальной сферы выполнение проекта будет способствовать быстрому развитию создаваемого в данный момент нового центра координационной химии в ЮУрГУ, что благотворно скажется на развитии университета в целом.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В химической промышленности – новые материалы могут быть перспективны в качестве сенсоров на вредные вещества и как адсорбенты для таких веществ.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВА- ТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ В 2022 г.

Синтезированы и охарактеризованы пять новых металлорганических координационных полимеров.

ПАРТНЕРЫ ПРОЕКТА

- ✓ Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН (Новосибирск).
- ✓ Санкт-Петербургский государственный университет (Санкт-Петербург).

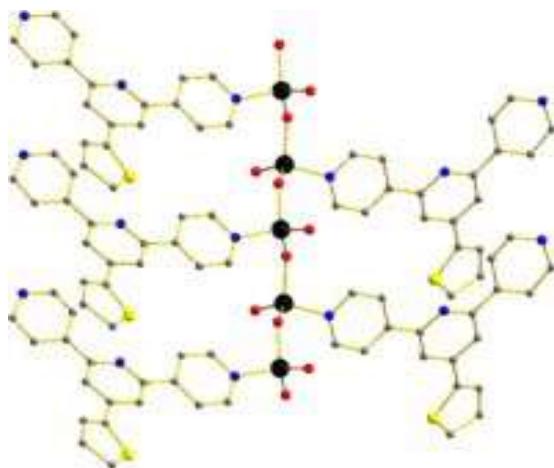


Рис. 1. $[Zn_2bdc(ThioTerPy)_2(OH)_2]$

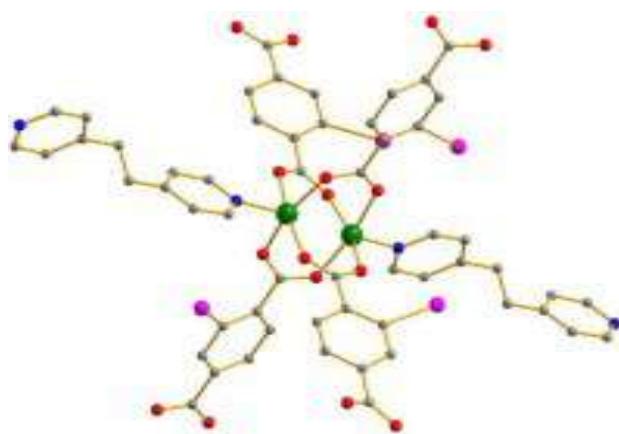


Рис. 2. $[Co_2(2-l-bdc)_2bpe]$

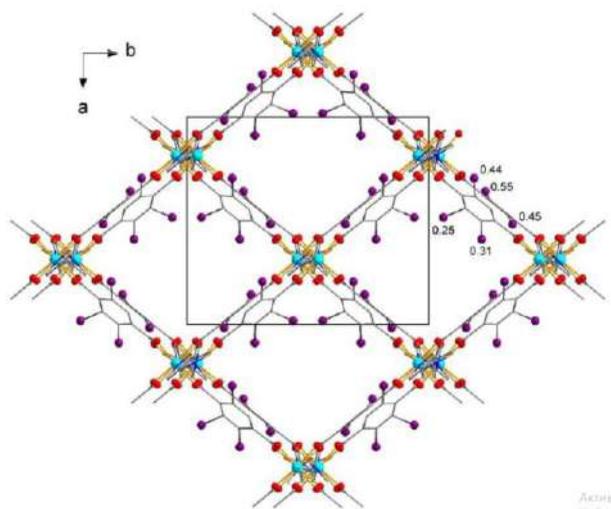


Рис. 3. $[Zn_2(2-l-bdc)_2bpe]$

ТЕТРЕЛЬНЫЕ СВЯЗИ В ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЯХ ПОДГРУППЫ УГЛЕРОДА: МНОГОМАСШТАБНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И НАПРАВЛЕННАЯ ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИЯ МАТЕРИАЛОВ

Руководители проекта – доктор химических наук, профессор Е.В. Барташевич

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Понимание природы тетрельных связей (TtB) и других нековалентных взаимодействий с участием атомов подгруппы углерода, а также количественные модели для оценки их влияния на структурную организацию и свойства многокомпонентных систем, уточнение и систематизация электронных признаков тетрельных связей и настройка инструментов их идентификации в молекулярных комплексах, кристаллах и твердых телах.

ПУБЛИКАЦИИ

3 научные статьи

3 научных доклада на конференциях

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

2 статьи в Scopus/WoS

1 статья в РИНЦ

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- Уточнение электронных признаков тетрельных связей (TtB) и настройка инструментов их идентификации в молекулярных комплексах, кристаллах и твердых телах. Поиск взаимосвязей и построение параметрических уравнений, позволяющих сравнивать энергию нековалентных связей атомов подгруппы углерода с другими типами связей (HВ, NaB, ChB, PnB).
- Идентификация тетрельных связей TtB тетраэдрического и карбонильного атома углерода в переходных комплексах и интермедиах.
- Моделирование структуры различных углеродных подложек, включающих одностенные нанотрубки, графен, дефекты на графене, слои графита, поверхности и моделирование сорбции молекул аналита на основе периодических квантово-химических расчетов.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- Уточнение природы нековалентных взаимодействий функционализированной поверхности углеродных подложек расширит методы квантовой кристаллографии по изучению электронной плотности – характеристики, которая объединяет кристаллохимию, концепцию химической связи, анализ межатомных и межмолекулярных взаимодействий.

- Применение предлагаемой комбинированной методологии моделирования функционализированных одномерных и двумерных (модифицированный графен, силицированный графит) материалов, а также изучение природы нековалентных взаимодействий, влияющих на структурную организацию и физико-химические свойства многокомпонентных соединений, позволит расширить диапазон перспективных для сорбции и катализа многокомпонентных материалов.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

- Новые методы изучения свойств многокомпонентных систем типа «подложка-аналит», «силицированный углерод-сорбат» опираются на моделирование электронной структуры. Эти теоретические подходы к моделированию слоистых органических материалов на основе соединений с тетрельными связями будут обладать широким потенциалом применения.
- Моделирование структуры безплазменных подложек на основе углеродных материалов и органических слоистых полупроводников является интенсивно развивающейся областью исследований. Количественное описание свойств тетрельных связей с участием атомов углеродных подложек и молекул аналита позволит более оптимально подбирать пары

«подложка-аналит» для усиления и регистрации рамановского сигнала.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В 2022 г.

- Обнаружено, что сильные и слабые связи с участием тетрельного атома подгруппы углерода в комплексах тетраэдрических молекул $Y-TtX_3...Hal^-$ и $Y-TtX_3...NH_3$ разделяются по ширине зазора между минимумами статического и электростатического потенциалов. Для условно сильных связей, тип которых можно определить как ковалентный, ширина зазора мала, тогда как для слабых, типичных нековалентных связей его ширина существенно больше. Она коррелирует со вкладом обменно-корреляционной компоненты статического потенциала, зависит от сорта нуклеофильной частицы и может служить одним из критериев отнесения химической связи к ковалентной или нековалентной. Соответствие ширины зазора между экстремумами статического и электростатического потенциалов поведению

потенциала Паули вдоль линии химической связи свидетельствует о том, что разграничение ковалентных и нековалентных связей в ряду взаимодействий атомов подгруппы углерода имеет под собой физическую основу.

- Квантово-химическое моделирование позволило оценить влияние кривизны поверхности углеродных нанотрубок на адсорбционные свойства по отношению к производным диглицидилового эфира бисфенола А (DGEBA). Установлено, что в условиях оптимального прилегания DGEBA к разным поверхностям нековалентное взаимодействие с углеродными нанотрубками прочнее, чем связывание с плоским бездефектным графеном. Смоделированные дефектные графеновые поверхности, в том числе с вакансиями и допированные атомами Si, находящиеся во взаимодействии с DGEBA, показали, что наличие дефектов приводит к утрачиванию тетрельных связей C...O сорбата с атомами кромки дефекта, но в целом не влияет на полную энергию связывания за счет усиливающихся C...H связей.

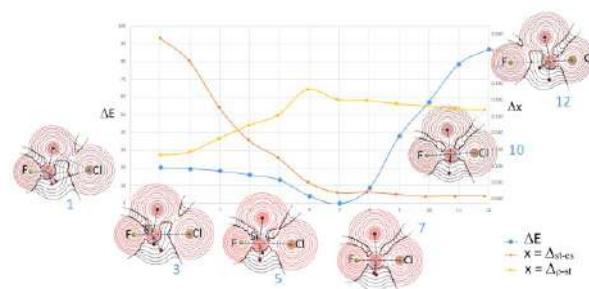


Рис. 1. Изменение энергии комплекса $F-SiBr_3...Cl^-$ и ширины зазоров между экстремумами статического и электростатического потенциалов для связи $Si...Cl$ в ходе приближения иона Cl и удаления иона F по отношению к равновесному состоянию

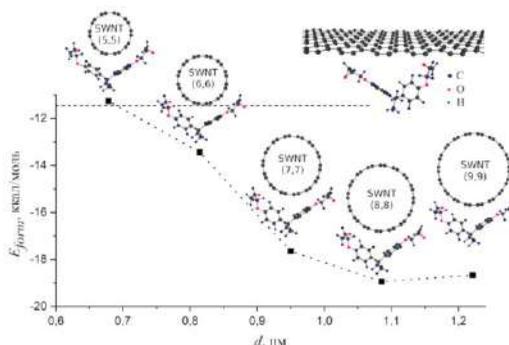


Рис. 2. Зависимость энергии адсорбции для DGEBA от диаметра нанотрубки

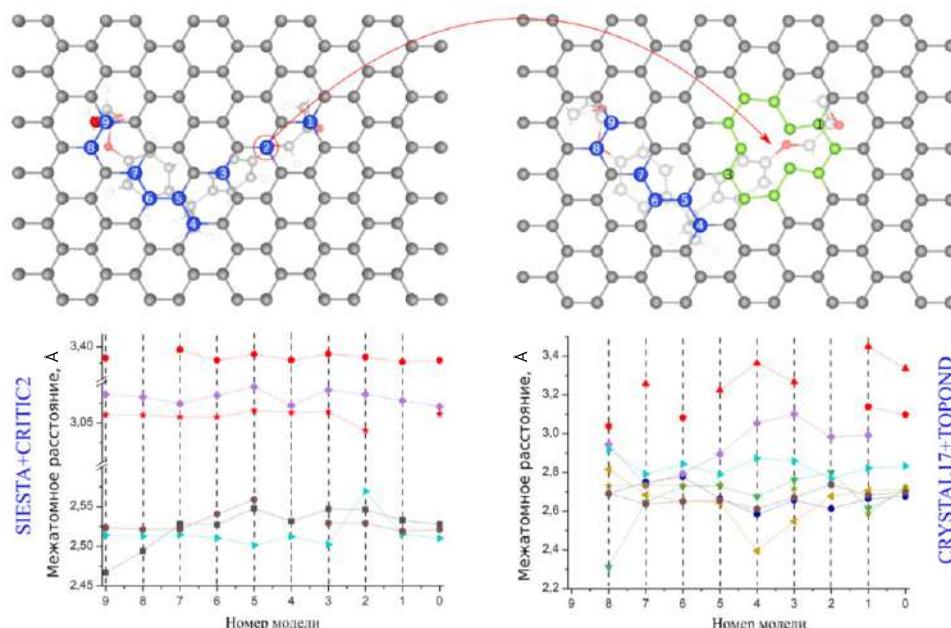


Рис. 3. Схема релокации дефекта «вакансия» на поверхности графена, взаимодействующей с DGEBA (сверху). Салатовым цветом показаны атомы кромки дефекта. Межатомные расстояния для взаимодействующих атомов (внизу)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ ПРИ СВЕРХНИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Руководитель проекта – кандидат технических наук, доцент Д.С. Клыгач

ПУБЛИКАЦИИ

7 научных статей

3 научных доклада на международных конференциях

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

7 статей в Scopus/WoS

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- Разработка и совершенствование метода измерения в диапазоне частот от 200 МГц до 1 ГГц на основе разработанного полосково-щелевого перехода при низких температурах до -200°C .
- Проведение измерений S-параметров новых материалов в диапазоне частот от 200 МГц до 1 ГГц при низких температурах до -200°C , на основе измеренных S-параметров выполнить расчет электрофизических параметров: диэлектрической и магнитной проницаемости, тангенса угла диэлектрических и магнитных потерь.
- На основе полученных экспериментальных данных исследовать механизм проводимости в новых материалах, разработать математическую модель проводимости, учитывающую количество внедренных элементов в кристалл. Анализ полученных экспериментальных данных с целью формулирования общих закономерностей.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- Предложен и отработан способ измерения электродинамических параметров функциональных материалов в диапазоне частот от 10 МГц до 50 ГГц при температурах от -200 до $+20^{\circ}\text{C}$.

- Показана возможность использования исследуемых материалов с учетом изменения типа структурной поляризации (дипольной, электронной) в диапазоне частот до 50 ГГц при температурах до -200°C .
- Для группы известных и новых материалов будет получен и проанализирован комплекс результатов, определяющий возможность их применения в современной технике.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В соответствии со Стратегией научно-технического развития РФ по направлению Н6 «Связанность территории Российской Федерации за счет создания интеллектуальных транспортных и телекоммуникационных систем, а также занятия и удержания лидерских позиций в создании международных транспортно-логистических систем, освоении и использовании космического и воздушного пространства, Мирового океана, Арктики и Антарктики» необходимо разработать материалы, которые будут обладать заданными электродинамическими, механическими свойствами при отрицательных температурах: для Антарктики до -80°C . Для космического пространства диапазон температур может составлять от $+200$ до -270°C .



Рис. 1. Установка измерения электродинамических параметров при низких температура



Рис. 2. Измерительная линия

РАЗРАБОТКА НОВЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ С УПРАВЛЯЕМОЙ НЕЛИНЕЙНОСТЬЮ МЕХАНИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ И МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИЗ НИХ ЭЛЕМЕНТОВ ТУРБОВЕНТИЛЯТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Руководитель проекта – доктор технических наук, профессор С.Б. Сапожников

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Повышение доли волокнистых полимерных композитных материалов в конструкции современных отечественных турбореактивных двухконтурных двигателей за счет разработки новых высокоэффективных волокнистых композитов, совершенствование методов расчетной оценки механического поведения элементов двигателей из таких материалов, экспериментальной верификации расчетных моделей и методов.

ПУБЛИКАЦИИ

10 научных статей

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

9 статей в Scopus

6 статей в изданиях Q1 и Q2

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- ➔ Разработка технологических приемов для минимизации отслоения и повышения трещиностойкости интерфейса «высокомодульный/высокопрочный компоненты» в составе гибридного псевдопластичного композита с целью повышения устойчивости деформирования и снижения чувствительности материала к концентрации напряжений в процессе статического нагружения.
- ➔ Создание и верификация расчетных методик для оценки влияния на статическую прочность толстостенных композитных элементов особенностей мезоструктуры (обрывы слоев, смоляные карманы, оптоволоконные сенсоры и пьезоактивные элементы) при сложном напряженном состоянии.
- ➔ Внедрение разработанной модели накопления рассеянных микрповреждений в однонаправленных и тканевых ПКМ в программный продукт ANSYS для оценки прочности и анализа полей деформаций композитных материалов в условиях плоского напряженного состояния.
- ➔ Разработка расчетно-экспериментальных методов учета влияния технологических особенностей изготовления композитного материала на кинетику саморазогрева при циклическом нагружении.
- ➔ Разработка методических основ расчетной оценки кинетики накопления повреждений в композитных материалах при ультрамалоцикловом и малоцикловом нагружениях.

- ➔ Разработка методики верификации параметров расчетных моделей, описывающих деформирование и разрушение композита при высокоскоростном ударе, по результатам испытаний на низкоскоростной удар.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- ➔ Результаты экспериментальных исследований влияния объемной доли и размеров полых стеклянных микросфер, частоты укладки жгутов высокомодульного углеволокна и степени их искривленности на чувствительность гибридного композита к концентрации напряжений и его трещиностойкость.
- ➔ Методика учета влияния дефектов различного масштаба на оценку статической прочности при моделировании на уровне слоев или макромоделировании; результаты расчетной оценки статической прочности конструктивно-подобного образца «хвостовик РЛВ» с учетом дефектов мезоструктуры.
- ➔ Верифицированная численная модель для прогнозирования поведения гибридного ПКМ с различными укладками слоев при плоском напряженном состоянии.
- ➔ Расчетно-экспериментальный метод учета влияния технологических особенностей ПКМ на кинетику саморазогрева при циклическом нагружении.
- ➔ Верифицированные расчетные модели, описывающие механизмы накопления повреждений в ПКМ с учетом реономных свойств связующе-

го. Новые данные о механическом поведении образцов гибридных углепластиков с концентраторами и без них в условиях малоциклового нагружения.

Методика верификации параметров расчетных моделей, описывающих деформирование и разрушение углепластика при высокоскоростном ударе.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Результаты работы по проекту могут найти применение при разработках:

- сверхзвукового пассажирского самолета из композитных материалов в рамках НЦМУ «Сверхзвук»;
- авиационных турбовентиляторных двигателей ПД-35 и ПД-14;
- гражданского самолета МС-21;
- многоразовой одноступенчатой ракеты-носителя «Корона2»;
- сосудов давления для высокотехнологичного наземного транспорта.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

- ✓ Впервые обнаружено, что при комбинированном нагружении композитов сжатием и сдвигом оценку прочности необходимо производить по нагрузке, соответствующей максимальной сжимающей

деформации вследствие нарушения сплошности материала при нагрузке, соответствующей разрушению от сдвига. В противном случае возможно преждевременное разрушение конструкции.

- ✓ Получены новые экспериментальные данные о чувствительности гибридных углепластиков с псевдоизотропной укладкой к концентраторам напряжений. По результатам испытаний на растяжение было установлено, что псевдоизотропная укладка в гибридном углепластике позволила снизить эффективный коэффициент концентрации с 1,74 до 1,15 при использовании армирующих наполнителей стандартной толщины.
- ✓ По результатам расчетно-экспериментальных исследований кинетики саморазогрева композитных образцов при циклическом изгибе установлено, что коэффициент конверсии (heat generation conversion factor) нелинейно зависит от частоты и амплитуды колебаний, при этом увеличение частоты колебаний приводит к возрастанию количества выделяемой энергии за счет сухого трения (дополнительная генерация тепла на новых образованных поверхностях).
- ✓ В рамках сравнения упрощенных экспериментальных методов определения межслоевых сдвиговых характеристик композитов при трансверсальном сжатии сделан вывод о том, что диаграммы деформирования, полученные на кубических образцах с различными углами вырезки, не отражают фактического поведения материала, что не учитывалось в большинстве известных работ. При этом результаты испытаний образцов с V-образным надрезом можно использовать в том числе и для разработки/верификации численных моделей материалов.

ПАРТНЕР ПРОЕКТА

- ✓ KU Leuven (Лёвен, Бельгия).

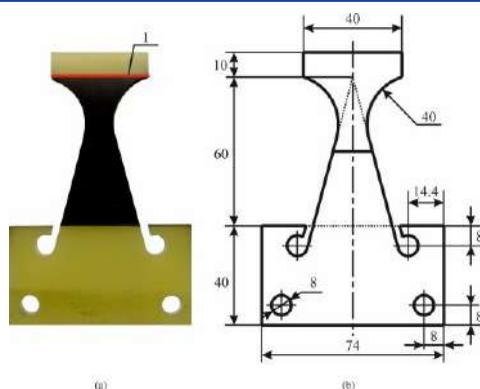


Рис. 1. Фотография и эскиз образца стеклопластика для испытаний на саморазогрев при циклическом знакопеременном изгибе [1 – линия приложения силы]

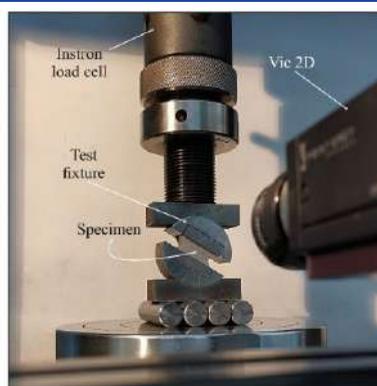


Рис. 2. Испытания образцов углепластика при комбинированном нагружении с использованием разработанной оснастки

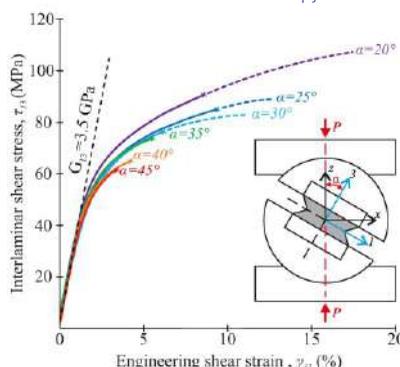


Рис. 3. Диаграммы сдвигового деформирования углепластика при комбинированном нагружении, полученные с использованием разработанной оснастки

СОЗДАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ВЫСОКОЭНТРОПИЙНЫХ ОКСИДНЫХ ФАЗ СО СТРУКТУРОЙ МАГНЕТОПЛОМБИТА

Руководитель проекта – профессор РАН, доктор химических наук Д.А. Винник

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Исследовать возможность создания высокоэнтروпийных оксидных фаз со структурой магнетоплюмбита.

ПУБЛИКАЦИИ

2 научные статьи

2 научных доклада на конференциях

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

2 статьи в Scopus/ WoS

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

Конкретными задачами, на решение которых направлен проект, являются:

- ➔ получение образцов нового класса высокоэнтروпийных оксидных фаз – высокоэнтропийных фаз со структурой магнетоплюмбита;
- ➔ исследование состава и структуры, а также свойств полученных образцов;
- ➔ анализ полученных экспериментальных данных с целью формулирования общих закономерностей образования высокоэнтропийных фаз со структурой магнетоплюмбита, которые будут включать в себя и критерии стабильности фаз такого рода.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- ➔ Образцы (включая монокристаллы размером до 10 мм) высокоэнтропийных оксидных фаз со структурой магнетоплюмбита.
- ➔ Данные о температурных и концентрационных диапазонах стабильности фаз такого рода.
- ➔ Методики синтеза высокоэнтропийных оксидных фаз со структурой магнетоплюмбита.
- ➔ Данные о стабильных режимах их получения, включая составы расплавов, обеспечивающие

получение монокристаллов, режим корректировки составов в ходе длительного выращивания кристаллов, а также температурные режимы процесса.

- ➔ Данные о магнитных и микроволновых характеристиках полученных кристаллических образцов.
- ➔ Результаты анализа зависимости магнитных и микроволновых характеристик от кристаллической структуры и состава образцов.
- ➔ Рекомендации по использованию кристаллических структур, полученных в процессе исследования, для изготовления компонентов электронной техники.
- ➔ Лабораторные технологические регламенты выращивания замещённых кристаллических структур.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Планируемые к получению результаты исследования существенно превосходят имеющийся мировой уровень знания о предмете исследования. Впервые в мире был получен высокоэнтропийный материал со структурой магнетоплюмбита. При этом исследование позволит получить результаты, которые, безусловно, будут востребованы в ходе прикладных исследований, направленных на создание материалов для деталей и устройств электроники, в т. ч. СВЧ– и КВЧ– диапазонов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В 2022 г.

✓ Главным результатом, полученным в процессе исследований, является получение монофазных образцов нового класса материалов – высокоэнтропийных кристаллов различного состава со структурой магнетоплюмбита, и исследование их магнитных и электрических характеристик. Благодаря тому, что на предыдущем этапе был определен круг элементов, которые склонны образовывать высокоэнтропийную структуру с кристаллической решёткой типа магнетоплюмбита, получение монофазных образцов заметно упростилось. Отдельный интерес представляют успешные результаты экспериментов по получению фаз с участием значительных количеств меди, поскольку из литературы известно,

что медь в фазах со структурой магнетоплюмбита может замещать железо в относительно небольших количествах.

- ✓ В процессе экспериментальных работ разными методиками получены и исследованы 72 экспериментальных образца различного состава. Получены и проанализированы новые данные об их структуре и составе.
- ✓ Наиболее интересные результаты получены при исследовании образцов, относящихся к системе $Ba(FeAlCrGaIn)_{12}O_{19}$. В ходе проведённых работ были получены и исследованы образцы различного количественного состава.

ПАРТНЕР ПРОЕКТА

- ✓ НПО «ТЕКО», г. Челябинск.

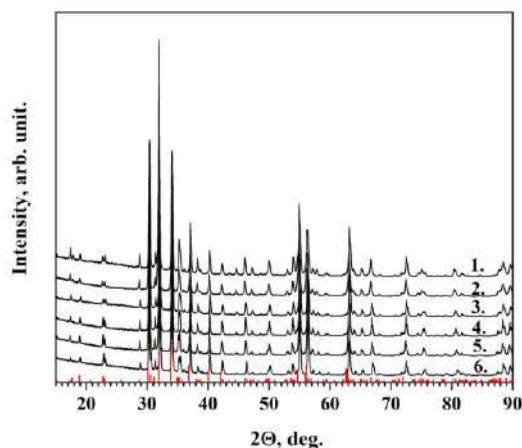


Рис. 1. Рентгенограммы полученных твердых растворов при 300 К

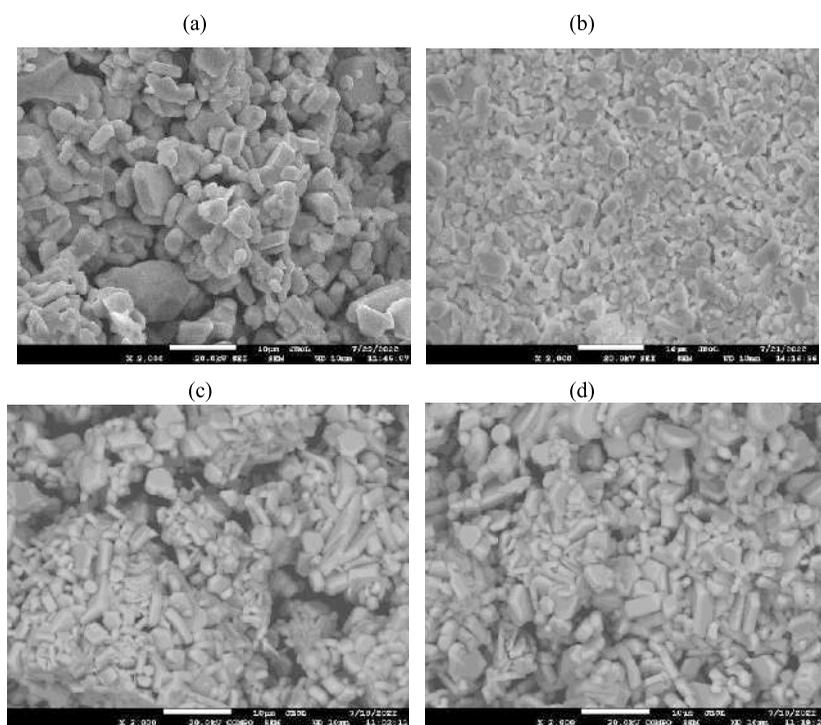


Рис. 2. Электронные изображения образцов полученной керамики:
(a) $BaFe_{3.07}Al_{2.00}Cr_{2.27}Ga_{2.58}In_{2.07}O_{19}$,
(b) $BaFe_{4.11}Al_{1.66}Cr_{2.09}Ga_{2.32}In_{1.82}O_{19}$,
(c) $BaFe_{5.25}Al_{1.44}Cr_{1.75}Ga_{2.03}In_{1.53}O_{19}$,
(d) $BaFe_{6.3}Al_{1.25}Cr_{1.48}Ga_{1.69}In_{1.28}O_{19}$.

НОВЫЕ ВЫСОКОЭНТРОПИЙНЫЕ ИНТЕРМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ ОСНОВЫ МАТЕРИАЛОВ СЛЕДУЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ

Руководитель проекта – Остовари Могаддам Ахмад

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Создание и исследование свойств нового класса высокоэнтروпийных фаз – высокоэнтропийных интерметаллидов, т. е. многокомпонентных фаз с близкими к эквимолярным концентрациями основных компонентов, в которых гомогенная кристаллическая интерметаллическая структура стабилизирована высокой энтропией смешения.

ПУБЛИКАЦИИ

5 научных статей

1 научный доклад на конференции

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

5 статей в Scopus

ЗАДАЧА ПРОЕКТА

Создание новых конструкционных и функциональных материалов, свойства которых можно регулировать под требуемые условия эксплуатации, является актуальной задачей современного материаловедения. Именно на решение этой задачи направлен настоящий проект. Результаты, которые планируется получить в рамках представленного проекта, послужат основой для создания новых, перспективных для применения в различных областях современной промышленности материалов на основе новой группы химических соединений – высокоэнтропийных интерметаллидов.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- ➔ Синтезированные образцы высокоэнтропийных интерметаллических фаз и композитов на их основе, полученные по итогам исследования различных систем. Экспериментальные данные о температурных и концентрационных диапазонах стабильности фаз такого рода.
- ➔ Методики синтеза высокоэнтропийных интерметаллических фаз. Данные о стабильных режимах их получения, включая составы исходных расплавов, а также температурные режимы процесса.
- ➔ Выводы о критериях возможности образования и стабилизации интерметаллических высокоэнтропийных фаз.
- ➔ Термодинамическая модель высокоэнтропийных интерметалли-

ческих фаз с набором модельных параметров, позволяющих описывать зависимость термодинамических функций таких фаз от их состава и температуры.

- ➔ Данные о структуре и составе образцов, полученные методами рентгеноструктурного анализа, а также методами электронной микроскопии и рентгено-спектрального микроанализа.
- ➔ Данные о магнитных и механических характеристиках полученных образцов.
- ➔ Рекомендации по использованию изученных в процессе работы высокоэнтропийных интерметаллических фаз в качестве материалов.

Проведение запланированных исследований в РФ создаст предпосылки для приоритетного развития на территории РФ высокотехнологичных производств, связанных с получением и применением материалов, теоретическую основу создания которых предполагается разработать в рамках проекта.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализ всей информации, полученной в ходе реализации первого года реализации проекта, выявил несколько перспективных направлений использования изготовленных высокоэнтропийных интерметаллидов. В зависимости от химического состава и кристаллической структуры HEIC их можно использовать в различных областях, таких как магнитомягкие материалы, износостойкие покрытия и материалы, устойчивые к окислению. Особым достоинством таких материалов является возможность тонкой «настройки» их свойств путем изменения концентрации других компонентов высокоэнтропийных подрешеток, а также (как было установлено в ходе нашей работы) их высокая термическая стабиль-

СИНТЕЗ, ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ВЫСОКОЭНТРОПИЙНЫХ ИНТЕРМЕТАЛЛИДОВ

Руководитель проекта – доктор химических наук, доцент Е.А. Трофимов

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Создание и исследование свойств нового класса высокоэнтропийных фаз – высокоэнтропийных интерметаллидов, т. е. многокомпонентных фаз с близкими к эквимоларным концентрациями основных компонентов, в которых гомогенная кристаллическая интерметаллическая структура стабилизирована высокой энтропией смешения.

ПУБЛИКАЦИИ

2 научные статьи

3 научных доклада на конференциях

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

2 статьи в Scopus/WoS

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- ➔ Синтез образцов нового класса высокоэнтропийных систем – высокоэнтропийных интерметаллических фаз.
- ➔ Исследование состава и структуры, а также комплекса свойств полученных образцов.
- ➔ Анализ полученных экспериментальных данных с целью формулирования общих закономерностей образования высокоэнтропийных интерметаллических фаз, которые будут включать в себя и критерии стабильности такого рода фаз.
- ➔ Изучение возможности использования полученных фаз в качестве функциональных и/или конструкционных материалов.

Анализ экспериментальных данных, которые планируется получить в ходе реализации намеченной программы исследования, позволит заложить теоретическую основу создания высокоэнтропийных интерметаллидов. При этом конкретные системы, на примере которых планируется исследовать закономерности образования высокоэнтропийных интерметаллидов, подобраны таким образом, чтобы повысить вероятность получения материалов, интересных с прикладной точки зрения, и при этом получить новую информацию о системах, которые в настоящее время исследованы мало или не исследованы совсем.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- ➔ Синтезированные образцы высокоэнтропийных интерметаллических

фаз для 14 различных систем. Экспериментальные данные о температурных и концентрационных диапазонах стабильности полученных фаз.

- ➔ Методики синтеза исследуемых высокоэнтропийных интерметаллических фаз. Данные о стабильных режимах их получения, включая составы исходных расплавов, а также температурные режимы процесса. Лабораторные регламенты для синтеза данных высокоэнтропийных интерметаллических фаз.
- ➔ Выводы о критериях возможности образования и стабилизации высокоэнтропийных фаз, образованных химическими соединениями.
- ➔ Термодинамическая модель высокоэнтропийных интерметаллических фаз с набором модельных параметров, позволяющих описывать зависимость термодинамических функций таких фаз от их состава и температуры. Результаты моделирования неравновесной кристаллизации высокоэнтропийных расплавов с образованием высокоэнтропийных интерметаллических фаз.
- ➔ Данные о структуре и составе образцов, полученные методами рентгеноструктурного анализа, а также методами электронной микроскопии и рентгено-спектрального микроанализа.
- ➔ Данные о магнитных и электрофизических характеристиках полученных образцов. Результаты анализа зависимости магнитных и электрофизических характеристик от структуры и состава образцов.
- ➔ Рекомендации по использованию полученных высокоэнтропийных интерметаллических фаз в качестве функциональных и/или конструкционных материалов.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

В рамках проекта впервые планируется провести широкомасштабное исследование, связанное с поиском новых составов интерметаллических высокоэнтропийных систем – систем, в которых высокие значения энтропии смешения могут оказать влияние на стабилизацию кристаллической структуры многокомпонентного интерметаллида. Будут получены данные о механических, магнитных и электрофизических характеристиках новых высокоэнтропийных твёрдых растворов, обнаруженных в процессе работы, которые, по очевидным причинам, также будут характеризоваться научной новизной. Удачное сочетание свойств исследуемых твёрдых растворов откроет путь к созданию новых материалов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В 2022 г.

Все исследования, запланированные к выполнению на первом этапе работ, были успешно выполнены. В ряде направлений (в частности, в направлениях исследования возможностей получения покрытий на основе синтезированных фаз) удалось продвинуться дальше, чем было запланировано.

- ✓ В процессе исследования выполнялся синтез экспериментальных образцов для интерметаллических двухподрешёточных систем, исследование которых предусмотрено проектом. В ходе первой очереди было получено в общей сложности 38 образцов, отличающихся составом и методикой получения.
- ✓ Выполнено исследование структуры и фазового состава полученных образцов. Проведён химический и структурный анализ образующихся фаз.
- ✓ Анализ результатов исследования состава и структуры образцов первой очереди позволил сделать выводы о необходимости корректирования составов образцов второй очереди для систем, исследуемых на данном этапе. Синтезированы образцы скорректированного состава. В общей сложности получено 25 образцов. Состав и структура полученных образцов исследованы так же, как образцы первой очереди.

- ✓ Для ряда образцов изученных систем выполнено исследование термической стабильности твёрдых растворов в исследуемых двухподрешёточных системах.
- ✓ Выполнено исследование механических, электрофизических и магнитных характеристик отобранных образцов изученных на данном этапе систем (тех из них, которые позволили получить однофазные высокоэнтропийные интерметаллиды).
- ✓ Полученные экспериментальные результаты, а также экспериментальные данные, полученные другими авторами и представленные в литературе, были проанализированы с точки зрения их использования для проведения термодинамического описания высокоэнтропийных интерметаллидов. Предложено использование для такого описания двухподрешёточной модели. Для описания отклонения компонентов подрешётки от идеальности предложено использование полиномов Редлиха–Кистера. Создана база термодинамических параметров (в качестве пользовательской базы программного комплекса FactSage 8.0), включающая данные о низкоэнтропийных веществах, входящих в состав исследуемых систем, а также модель высокоэнтропийных интерметаллических фаз, содержание которой ориентировано на моделирование процессов получения высокоэнтропийных интерметаллидов из металлических расплавов. Разработанная модель и предложенные значения параметров были использованы для моделирования ряда систем. Результаты расчётов демонстрируют изменение фазового состава моделируемых систем в зависимости от температуры для условий достижения равновесия. Кроме того, использование разработанной базы позволяет проводить расчёты неравновесной кристаллизации металлических расплавов с образованием высокоэнтропийных интерметаллидов с использованием вариантов модели Шейла.

Таким образом, заложен фундамент для предполагаемого на следующем этапе работы пополнения разработанной базы параметрами, описывающими свойства твёрдых интерметаллических растворов, что создаст возможность полноценного термодинамического моделирования процессов фазообразования в исследуемых системах. Дополнительно к этому в 2022 году проведены работы по получению покрытий из ряда разработанных фаз методом детонационного напыления.

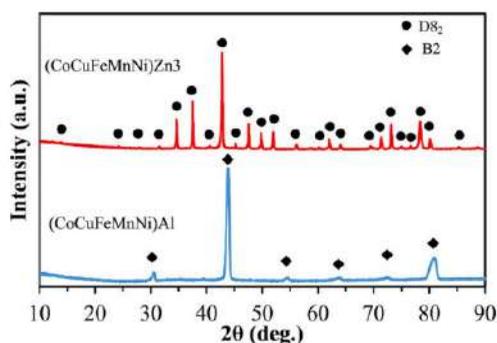


Рис. 1. Спектры РФА, полученные для литых образцов $[\text{Co}_0,2\text{Cu}_0,2\text{Fe}_0,2\text{Mn}_0,2\text{Ni}_0,2]\text{Al}$, и $[\text{Co}_0,2\text{Cu}_0,2\text{Fe}_0,2\text{Mn}_0,2\text{Ni}_0,2]\text{Zn}_3$

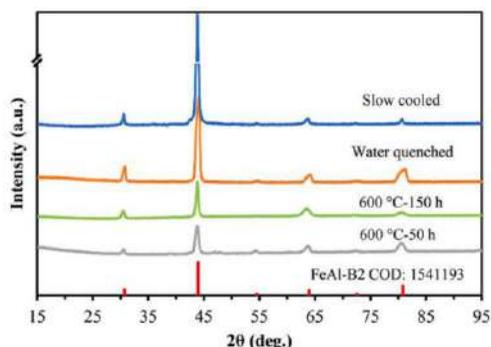


Рис. 2. Спектры РФА, полученные для различных образцов $[\text{Co}_0,2\text{Cu}_0,2\text{Fe}_0,2\text{Mn}_0,2\text{Ni}_0,2]\text{Al}$

ПРИРОДА МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МОЛЕКУЛЯРНЫХ КРИСТАЛЛОВ С ВЫРАЖЕННОЙ ОРИЕНТАЦИЕЙ ГАЛОГЕННЫХ СВЯЗЕЙ: УРОВЕНЬ МОДЕЛИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ЭЛЕКТРОННОЙ ПЛОТНОСТИ

Руководитель проекта – доктор химических наук, профессор **Е.В. Барташевич**

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработать подходы и сформировать методологию прогноза механических свойств молекулярных кристаллов с опорой на моделирование полиморфных структур, в которых роль структурообразующих взаимодействий играют галогенные и водородные связи с выраженной электростатической компонентой.

ПУБЛИКАЦИИ

2 научные статьи

1 научный доклад на конференции

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

1 статья в Scopus/WoS

1 статья в журнале из перечня ВАК

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- Разработка и валидация методологии виртуального испытания молекулярного кристалла на растяжение. Анализ влияния шага при растяжении кристалла вдоль оси на воспроизводимость атрибутов хрупкости, пластичности и эластичности для полиморфных модификаций 4-бромфенил 4-бромбензоата и кристаллов галогенфенолов.
- Выявление атрибутов и интерпретация явления отрицательной линейной сжимаемости на примерах кристаллов формиата кальция и β-резорцина. Расчёты их структуры, тензоров жёсткости и пространственных зависимостей модулей упругости. Определение направлений, в которых проявляется расширение кристалла при гидростатическом сжатии, взаимосвязи с пространственной организацией нековалентных взаимодействий и ориентацией мотивов. Выявление диапазона внешнего давления для проявления удлинения кристалла и сопоставление с изменениями функций электронной плотности и квантового электронного давления.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- Разработка подходов и методологии прогноза механических свойств молекулярных кристаллов, в которых

роль структурообразующих взаимодействий играют преимущественно галогенные связи.

- Разработка алгоритмов и процедуры сопоставления направлений минимальных и максимальных значений упругих модулей со структурной ориентацией, типом и силой структурообразующих нековалентных связей.
- Исследование электронных характеристик галогенных и водородных связей, а также закономерностей поведения функции квантового электронного давления в молекулярных кристаллах при моделировании воздействия внешних напряжений: одноосного растяжения/сжатия и гидростатического давления.
- Определение влияния пространственной организации нековалентных связей – галогенных и водородных – на появление отрицательной линейной сжимаемости кристаллов.
- Определение критериев для теоретической оценки и прогноза механического поведения кристаллов: хрупкости–гибкости, твердости–мягкости.
- Поиск закономерностей, определяющих взаимосвязи между ориентацией галогенных и водородных связей в различных полиморфных структурах, их расчетными электронными свойствами и величинами, характеризующими макроскопическое механическое поведение молекулярных кристаллов.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

- Достоверное прогнозирование механического поведения новых полиморфных модификаций имеет критическую важность для таких отраслей, как фармацевтика, где свойства пластичности-хрупкости активных кристаллических форм лекарств и добавок определяют возможность достаточного измельчения и перемешивания компонентов для таблетирования.
- Направленные изменения в составе молекул, позволяющие изменять в широких пределах ответ кристалла на внешние воздействия, с целью уменьшения хрупкости и пластичности и увеличения эластичности материалов, важны в производстве органических сенсорных материалов. Новые данные о природе отрицательной линейной сжимаемости возможно применить в перспективных областях материаловедения – производстве сверхчувствительных датчиков давления и пьезоэлектрических сенсоров, глубоководного оборудования оптической связи.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В 2022 г.

- ☑ При растяжении пластичного кристалла 3,4-дихлорфенола формируются зазоры между разворачивающимися стопками, с сохранением H-связей между OH-группами и «переключением» межстопочных взаимодействий галогенов с типа I на галогенные связи II типа. При растяжении эластичного кристалла 4-бром-3-хлорфенола появляются значительные полости между стопками, изменение энергии ячейки осциллирует, а потом продолжает расти. То есть, с одной стороны, эластичная структура сохраняет обратимость при снятии внешнего напряжения. С другой стороны, уменьшение изменений энергии ячейки означает

предел эластической деформации на уровне 10 % растяжения. Далее кристалл проявляет себя как пластичный.

- ☑ Для кристаллов формиата кальция и β-резорцина пространственные направления, связанные с удлинением кристалла, находятся в узком угловом диапазоне. Диапазоны внешнего давления, в которых кристаллы проявляют расширение, составляют 0–3,25 ГПа для формиата кальция и 0–0,35 ГПа для β-резорцина, где этот диапазон лежит в области метастабильного существования.
- ☑ Для формиата кальция удлинение наблюдается в направлениях, параллельных шитым формиатными мостиками «складчатый» слоям из ионов кальция и атомов кислорода формиатных групп, вдоль оси a. Удлинение кристалла β-резорцина связано с сопротивлением двух находящихся под углом друг к другу кристаллических мотивов, то есть параллельно плоскости bc есть «жёсткий» каркас.
- ☑ В формиате кальция с ростом внешнего давления функция квантового электронного давления в области атома водорода сначала становится более отрицательной, а затем начинает расти при 3,5 ГПа, что коррелирует с пропаданием удлинения кристалла. Рассчитанная функция в позиции Вайкоффа показала, что при давлении выше 3,5 ГПа наблюдается более резкое изменение её значений. В β-резорцине резкие изменения этой функции не наблюдаются, что связано с большей мягкостью кристалла.
- ☑ Более точное прогнозирование хрупкости, пластичности и эластичности кристаллов возможно при условии применения виртуального теста растяжения кристалла. При этом важно использовать также анализ тензора жёсткости, который позволяет оценить анизотропию свойств, сжимаемость и гибкость кристаллов в разных направлениях. То есть, для достоверного и непротиворечивого прогноза механических свойств любого молекулярного кристалла необходимо комплексное применение нескольких инструментов.

ПАРТНЕР ПРОЕКТА

- ☑ Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева (г. Москва).

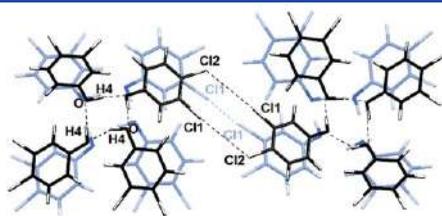


Рис 1. «Переключение» взаимодействия Cl...Cl типа I на тип II – галогенную связь в кристалле 3,4-дихлорфенола при растяжении

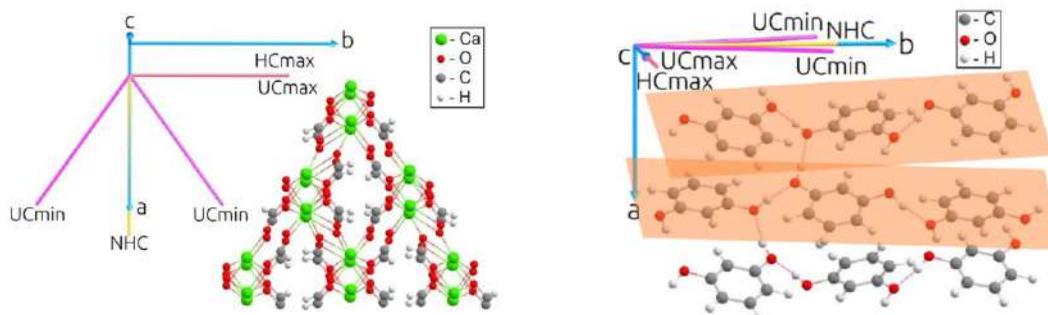


Рис 2. Ориентация осей минимальной и максимальной сжимаемости в кристаллах а) формиата кальция; б) β-резорцина, выделением показаны два «жёстких» мотива

ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЯ В ОКСИДНЫХ СИСТЕМАХ, ЯВЛЯЮЩИХСЯ ОСНОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ МОНОКРИСТАЛЛОВ ГЕКСАФЕРРИТА БАРИЯ, ЗАМЕЩЁННОГО ТИТАНОМ И АЛЮМИНИЕМ

Руководитель проекта – профессор РАН, доктор химических наук Д.А. Винник

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработка (опирающаяся на экспериментальные данные) термодинамических моделей твёрдых растворов гексаферритов, описываемых общей формулой $Ba(Fe,Al,Ti)_{12}O_{19}$, и расплава $BaO-TiO_2-Al_2O_3-Fe_2O_3$, а также использование этих моделей для построения комплекса фазовых диаграмм, который будет полезен в процессе совершенствования технологий получения кристаллических матриц требуемого состава.

ПУБЛИКАЦИИ

9 научных статей

6 научных докладов на конференциях

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

5 статей в Scopus/WoS

4 статьи в РИНЦ

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

Фундаментальной научной задачей проекта является термодинамическое описание фазовых равновесий, реализующихся в конденсированной части систем, образованных оксидами металлов, в которых в равновесии с оксидным расплавом могут находиться твёрдые растворы со структурой гексаферритов М-типа.

В процессе достижения указанной цели решались следующие задачи:

- проведение экспериментальных работ по анализу составов и структуры монокристаллов гексаферритов, выращенных из расплавов различных составов при различных температурах;
- обобщение результатов собственных экспериментов (полученных как в ходе этой работы, так и ранее), а также данных, представленных в литературе;
- подбор термодинамической модели, позволяющей адекватно описывать зависимости энергии Гиббса исследуемых систем от температуры и концентраций компонентов;
- оптимизация параметров модели;
- расчёт фазовых диаграмм.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- Результаты экспериментальных работ по анализу составов и структуры монокристаллов замещённых гексаферритов вида $Ba(Fe,Al,Ti)_{12}O_{19}$, выращенных из

расплавов различных составов при различных температурах. Результаты сопоставления данных собственных экспериментов (полученных как в ходе этой работы, так и ранее), а также данных, представленных в литературе.

- Данные о стабильных режимах получения замещённых гексаферритных кристаллических структур, включая составы расплавов, обеспечивающие получение кристаллов, режим корректировки составов в ходе длительного выращивания кристаллов, а также температурные режимы процесса.
- Термодинамическая модель, позволяющая адекватно описывать зависимости энергии Гиббса для твёрдых растворов $Ba(Fe,Al,Ti)_{12}O_{19}$ и расплавов $BaO-TiO_2-Al_2O_3-Fe_2O_3$ от температуры и концентраций компонентов. Набор термодинамических функций для компонентов исследуемых систем, а также впервые определённых параметров модели.
- Комплекс фазовых диаграмм исследуемых гетерофазных систем. Выводы о возможных путях прикладного использования полученных фундаментальных результатов.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Разработка термодинамической модели твёрдых растворов в системе $Ba(Fe,Al,Ti)_{12}O_{19}$, а также термодинамическое описание

расплавов системы BaO–TiO₂–Al₂O₃–Fe₂O₃ будут чрезвычайно полезны для рационального управления составом выращиваемых кристаллов посредством изменения состава расплава и варьирования температуры, и поэтому результаты работы, безусловно, будут востребованы специалистами, работающими в этой области.

Теоретические обобщения, полученные по итогам анализа результата работы, обладают инновационным потенциалом, поскольку способствуют созданию новых перспективных функциональных материалов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В 2022 г.

- ☑ Новые результаты экспериментального изучения составов твёрдых гексаферритных фаз переменного состава, находящихся в равновесии с оксидным расплавом заданного состава, принадлежащих системам BaO–TiO₂–Fe₂O₃ и BaO–TiO₂–Al₂O₃.
- ☑ Результаты экспериментального исследования свойств твёрдых гексаферритных фаз переменного состава.
- ☑ Результаты критической оценки имеющихся экспериментальных данных и набор данных, который использован для оптимизации модельных параметров. Результаты оптимизации модельных параметров. База согласованных термодинамических данных, позволяющих корректно описывать фазовые равновесия в изученных системах.

- ☑ Разрезы фазовых диаграмм систем BaO–TiO₂–Al₂O₃ и BaO–TiO₂–Fe₂O₃. Фазовые диаграммы планировалось представить как в наиболее традиционной форме Т-х или р-Т-х диаграмм, так и в виде поверхностей ликвидуса исследованных систем.

- ☑ Публикации с результатами проведённого исследования. Впервые будет создана термодинамическая модель замещённых гексаферритов вида Ba(Fe,Al,Ti)₁₂O₁₉. Впервые будет разработана модель расплавов BaO–TiO₂–Al₂O₃–Fe₂O₃. Эти результаты позволят впервые рассчитать фазовые диаграммы системы BaO–TiO₂–Al₂O₃–Fe₂O₃, а также более простых систем, которые входят в состав данной системы, и при этом учесть образование в этих системах твёрдых гексаферритных растворов.

Полученные результаты работ направлены на получение монокристаллов гексаферритов с уникально высокой степенью замещения (наряду с менее замещёнными структурами). Результаты теоретической части работ позволяют существенно продвинуться в понимании механизмов изоморфизма в гексаферритах. Получение твердых растворов со структурой гексаферрита и возможностью глубокого замещения атомов железа открывает путь к плавной подстройке свойств (включая ферроэлектрические, магнитные, пьезоэлектрические и пр.) полученного материала (за счёт коррекции состава) к требованиям изготовителей электронных устройств.

ПАРТНЕР ПРОЕКТА

- ☑ НПО «ТЕКО», г. Челябинск.

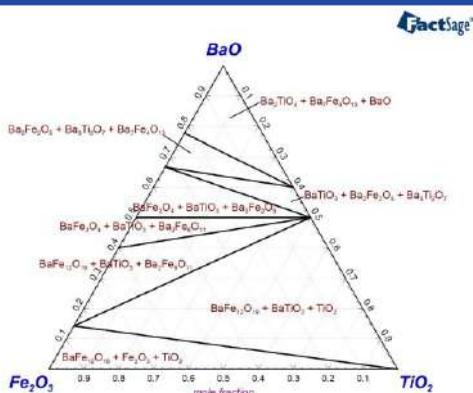


Рис. 1. Изотермический разрез фазовой диаграммы системы BaO–Fe₂O₃–TiO₂ для температуры 1000 °С

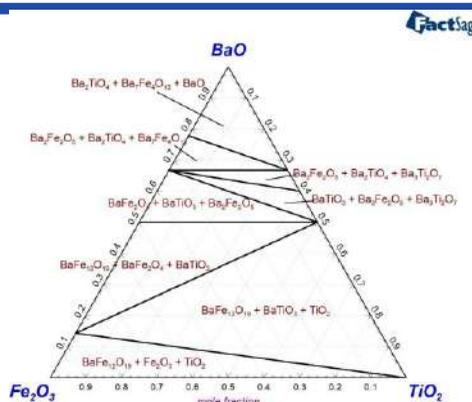


Рис. 2. Изотермический разрез фазовой диаграммы системы BaO–Fe₂O₃–TiO₂ для температуры 1100 °С

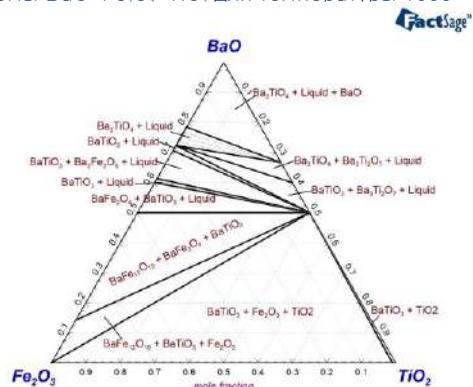


Рис. 3. Изотермический разрез фазовой диаграммы системы BaO–Fe₂O₃–TiO₂ для температуры 1350 °С

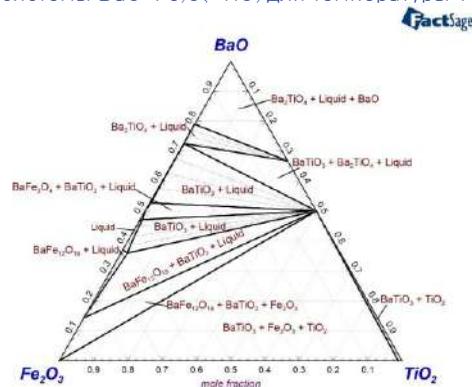


Рис. 4. Изотермический разрез фазовой диаграммы системы BaO–Fe₂O₃–TiO₂ для температуры 1400 °С

ПОВЕРХНОСТНЫЕ МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ДЕФЕКТЫ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ОКСИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Руководитель проекта – доктор химических наук, профессор В.В. Авдин

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Точечное осаждение молекул TiO_2 на поверхности наночастиц анатаза и в перспективе иных оксидных фаз как новый подход в формировании функциональных дефектов поверхности нанокристаллических оксидов.

ПУБЛИКАЦИИ

5 научных статей

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

4 статьи в Scopus/WoS

1 статья в журнале из перечня ВАК

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- Предлагается контролируемое введение молекулярных дефектов на поверхность наночастиц с сохранением фазового и элементного состава материала.
- Исходным материалом для мономолекулярного осаждения должны стать доступные в получении, стабильные водорастворимые комплексы титана с органическими кислотами. Данные комплексы будут хемосорбированы на поверхности оксидной фазы с формированием прочной связи $Ti-O-Ti$. Последующее щадящее прокаливание сорбента на воздухе приведёт к сгоранию органической составляющей без остатка с интегрированием нового оксититанового фрагмента на поверхности.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- Впервые будут получены данные о хемосорбции водорастворимых комплексов титана на поверхности его оксида. Будут изучены температурные пределы устойчивости молекулярных комплексов в водных растворах. Будут рассчитаны базовые константы сорбции: константа, свободная энергия, энтропия и энтропия, а также определены температуры переходов физисорбции комплексов титана к хемосорбции на поверхности оксида титана.

- В перспективе контролируемое осаждение молекулярных дефектов даст возможность применения их на других оксидных фазах как нового способа внедрения поверхностных функциональных центров.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В перспективе контролируемое осаждение молекулярных дефектов даст возможность применения их на других оксидных фазах как нового способа внедрения поверхностных функциональных центров. Материалы будут применяться в технологиях безреагентной (фотокаталитической) очистки воды от трудноокисляемых органических загрязнений.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

- ☑ Исследован вопрос эффективности атомов меди в гетерогенной реакции Ульмана, катализируемой наночастицами оксида меди, нанесенными на TiO_2 . На основе гипотезы об особых каталитических центрах, возникающих на границе между подложкой и CuO , применены кинетически идентичные условия синтеза CuO для его осаждения на одинаковое количество подложки Aeroxide® P25,

для получения наночастиц одинаковой морфологии, загруженных в разном удельном количестве. Значения инверсного числа оборотов для ряда катализаторов показали, что осажденные наночастицы оксида меди при данных условиях реакции имеют определенный измеримый максимум инверсного числа оборотов. Также аккуратно нанесенные наночастицы

оксида меди продемонстрировали стабильное каталитическое поведение, которое практически не зависит от условий его гидролитического синтеза.

ПАРТНЕР ПРОЕКТА

☑ Институт органической химии РАН.

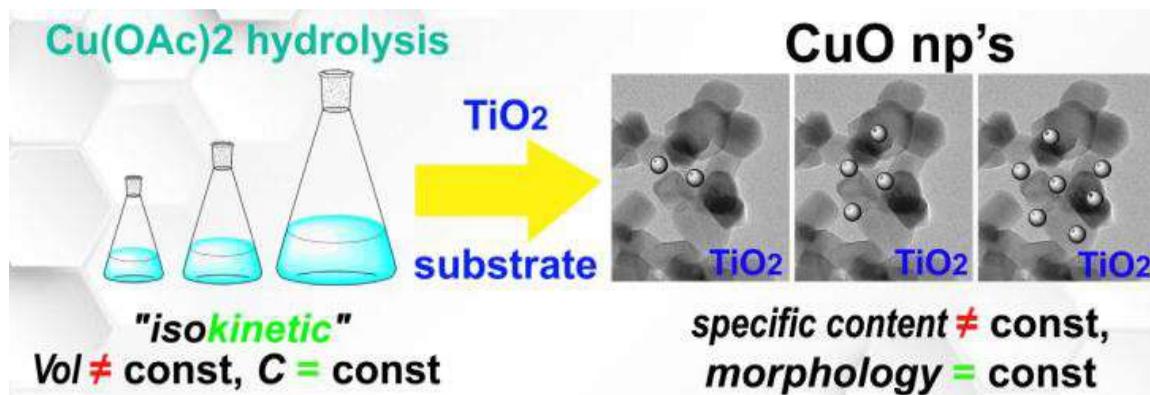


Рис. 1. Исокинетические синтезы наночастиц CuO для одновременного осаждения на подложку TiO₂,

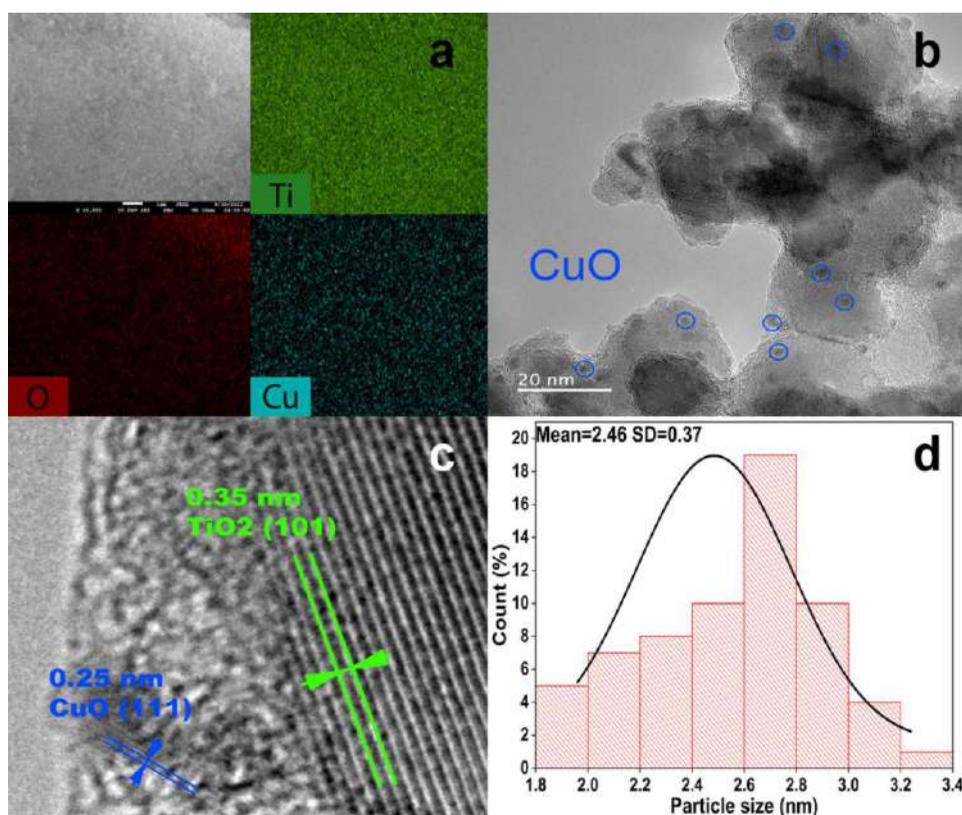


Рис. 2. Микрофотографии СЭМ с картированием элементов ЭДС (а), микрофотографии ТЭМ (б, в) образца EtOH-9 и график распределения по размерам осажденных наночастиц CuO

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФАЗОВОГО СОСТАВА С ЦЕЛЬЮ РАЗРАБОТКИ ОСНОВ СОЗДАНИЯ ГРАДИЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Руководитель проекта – аспирант В.В. Седухин

Научный руководитель проекта – кандидат технических наук, доцент А.Н. Анисеев

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработка фундаментальных основ создания градиентных материалов с различными функциональными свойствами, имеющих ряд повышенных показателей механических свойств в сравнении с существующими материалами.

ПУБЛИКАЦИИ

3 научные статьи

1 научный доклад на международной конференции

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

2 статьи в Scopus

1 статья в журнале из перечня RSCI

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- ➔ Установить характер взаимодействия дисперсных частиц карбидов и оксидов с металлическим расплавом определенного состава, их влияния на свойства получаемого материала.
- ➔ Установить закономерности протекания взаимодействия на основе математических и термодинамических законов.
- ➔ Построение модели теплофизических процессов системы «дисперсная частица карбида (элементарная ячейка) – металлический расплав». Данная модель позволит прогнозировать скорости растворения частицы в зависимости от ее дисперсности, состава и температуры введения без проведения специальных экспериментов.
- ➔ Построение модели прогнозирования распределения дисперсных частиц по сечению центробежно-литой заготовки при различных параметрах (состав металла, состав вводимых частиц).
- ➔ Проведение экспериментов по изучению взаимодействия выбранных частиц и металла методикой контактного нагрева.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- ➔ Результаты анализа взаимодействия между дисперсными частицами карбидов и оксидов с металлами различного химического состава.

- ➔ Математическая модель теплофизических процессов системы «дисперсная частица карбида (элементарная ячейка) – металлический расплав». Данная модель необходима для полного понимания процессов поведения и взаимодействия каждой отдельной частицы с металлическим расплавом после ее инжектирования.
- ➔ Компьютерно-математическая модель прогнозирования распределения дисперсных частиц по объему кристаллизующегося металлического расплава в условиях действия центробежных сил.
- ➔ Результаты серии экспериментов по изучению смачивания частиц карбидов и оксидов металлическими расплавами.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Полученные данные позволяют вкпе предложить технологию производства упрочненных градиентных материалов с различными функциональными свойствами в условиях металлургических и литейных производств. Различные функциональные свойства возможно обеспечивать составом, количеством и сочетанием вводимых дисперсных частиц.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

☑ Разработана математическая модель прогнозирования распределения дисперсных частиц по объему кристаллизующегося металлического расплава в условиях действия центробежных сил.

- ☑ Создана компьютерная модель прогнозирования распределения дисперсных частиц по объему кристаллизующегося металлического расплава в условиях действия центробежных сил с учетом математической модели и проведено моделирование степени распределения частиц в зависимости от различных факторов и технологических параметров.
- ☑ Проведен ряд экспериментов по изучению смачиваемости карбидов и оксидов металлическим расплавом и исследование полученных образцов.

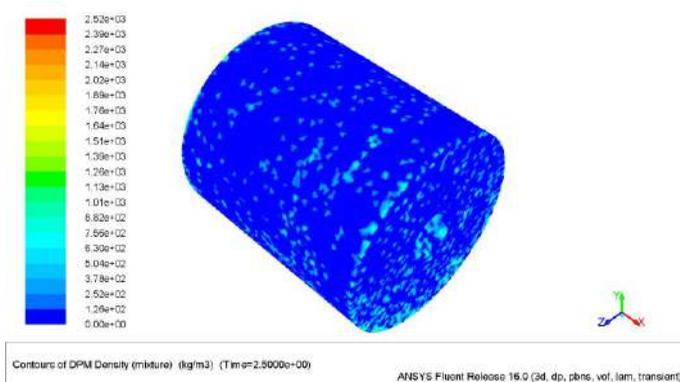


Рис. 1. Общая картина распределения частиц TiC в момент 2,5 секунды

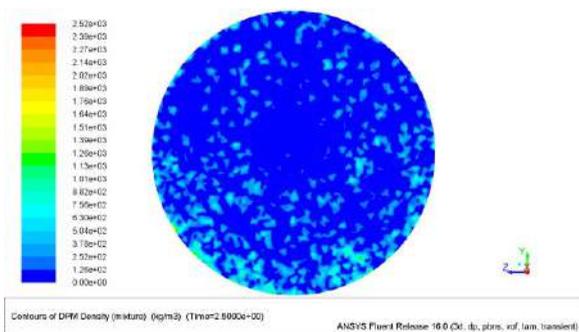


Рис. 2. Распределение частиц TiC в поперечном сечении изложницы (ближайший торец от начала изложницы)

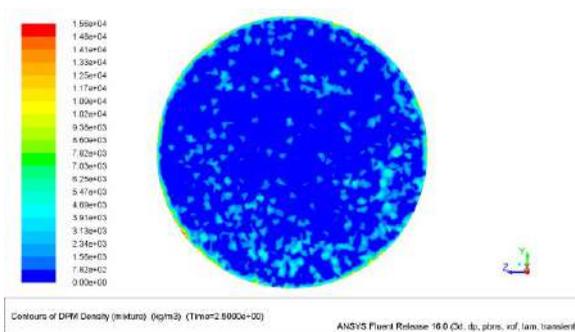


Рис. 3. Распределение частиц WC в поперечном сечении изложницы (ближайший торец от начала изложницы)

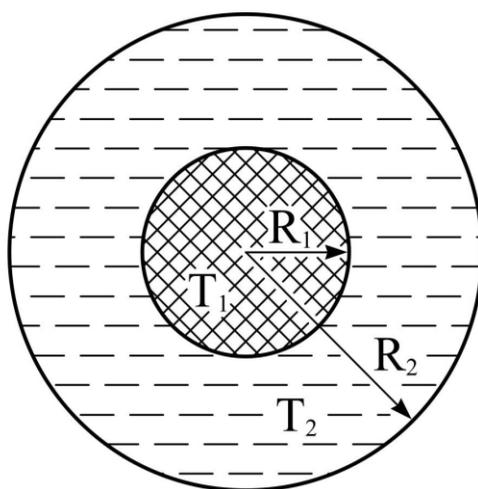


Рис. 4. Расчетная модель элементарной температурной ячейки

СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ СТРОЕНИЯ СУРЬМАОРГАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДНЫХ С ГАЛОГЕНСОДЕРЖАЩИМИ ФЕНОЛАМИ И КАРБОНОВЫМИ КИСЛОТАМИ

Руководитель проекта – аспирант А.Н. Ефремов,
Научный руководитель – доктор химических наук, профессор О.К. Шарутина

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Синтез новых арильных производных сурьмы с галогенсодержащими карбоновыми кислотами и фенолами, выявление их структурных особенностей, а также исследование фотокаталитических свойств полученных соединений на примере разложения органических красителей.

ПУБЛИКАЦИИ

8 научных статей

2 доклада на международных конференциях

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

3 статьи в Scopus

5 статей в РИНЦ

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- ➔ Синтезировать соединения сурьмы(III) с различными арильными заместителями, в том числе с использованием галогенанизолов.
- ➔ Изучить реакции окислительного присоединения триарилсурьмы с галогенсодержащими фенолами и карбоновыми кислотами в различных условиях.
- ➔ Синтезировать галогенсодержащие ароксиды и карбоксилаты тетраарилсурьмы дефенилированием пентаарилсурьмы.
- ➔ Идентифицировать продукты реакции (т. пл., ИК-спектроскопия, ЯМР-спектроскопия).
- ➔ Установить структуры продуктов реакции методом рентгеноструктурного анализа и выявить закономерности и особенности их строения.
- ➔ Исследовать фотокаталитические свойства синтезированных соединений на примере разложения органических красителей и выявить связь фотокаталитической активности с природой заместителей при атомах сурьмы.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

Ожидаемые результаты первого года:

- ➔ по отработанным методикам будет синтезирован ряд базовых новых триарильных соединений сурьмы;

- ➔ будет установлена возможность использования синтезированных соединений в реакциях окислительного присоединения с галогенсодержащими карбоновыми кислотами и фенолами;

- ➔ все вновь синтезированные соединения будут идентифицированы, молекулярные и кристаллические структуры будут определены методом рентгеноструктурного анализа.

Ожидаемые результаты второго года:

- ➔ будут синтезированы пентаарильные соединения сурьмы и их производные, установлены их структуры;
- ➔ будут изучены фотокаталитические свойства синтезированных соединений сурьмы(V) на примере фотодеструкции органических красителей и установлена связь активности фотокатализаторов от строения и природы заместителей при атоме сурьмы.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Вновь синтезированные соединения будут идентифицированы и структурно охарактеризованы, на основании полученных результатов будут сделаны выводы о факторах, влияющих на строение продуктов реакций и их структурные особенности, а также показана роль атомов галогенов в формировании пространственной структуры кристаллов. Установленные особенности молекулярных и кристаллических структур соединений углубят теоретические представления о природе химической

связи и межмолекулярных взаимодействиях, расширяют многообразие структур международного Кембриджского банка структурных данных (CCDC).

Изучение фотокаталитических свойств сурьмаорганических соединений существенно раздвинет границы их применения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В 2022 г.

Исследованы особенности протекания реакций трис(2-метокси-5-хлорфенил)-, трис(пара-толил)-, трифенилсурьмы с карбоновыми кислотами (2,4-дихлорфеноскиуксусной, 3,5-динитробензойной, 3,4-дифторбензойной) и фенолами (2,4-

дифторфенолом, 2-хлор-4-фторфенолом) в присутствии гидропероксида третичного бутила. Установлено, что продуктами реакций являются дикарбоксилаты и диароксиды триарилсурьмы соответственно.

- Исследованы реакции деариллирования пента-пара-толилсурьмы хлоруксусной, 2-сульфобензойной и дифторбензойными кислотами. Так, взаимодействие пента-пара-толилсурьмы с хлоруксусной кислотой в зависимости от условий (температура, мольное соотношение) может приводить к продуктам различного строения. Структурные особенности полученных соединений установлены методом рентгеноструктурного анализа.
- Проведена оценка фотокаталитической активности некоторых производных сурьмы по отношению к разложению водных растворов красителя метиленового синего.

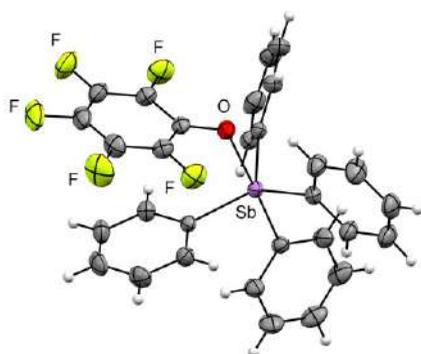


Рис. 1. Строение пентафторфеноксидатетрафенилсурьмы

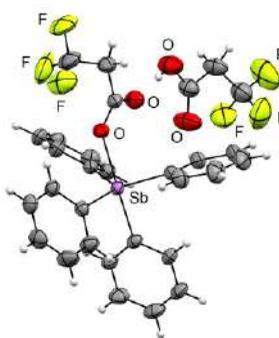


Рис. 2. Строение аддукта 3,3,3-трифторпропионата тетрафенилсурьмы с 3,3,3-трифторпропионовой кислотой

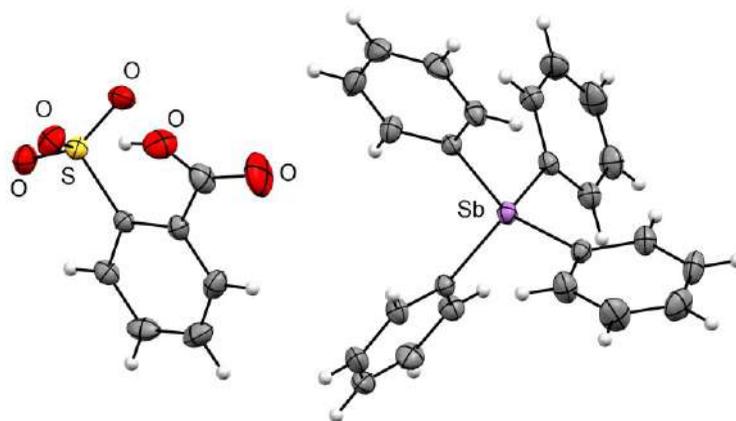


Рис. 3. Строение 2-карбокисбензолсульфоната тетрафенилсурьмы

ДИАЦЕТИЛЕНОВЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ ПИРЕНА КАК ОСНОВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ ФОРМ УГЛЕРОДА

Руководитель проекта – аспирант С.А. Найферт,
Научные руководители – доктор химических наук, профессор В.В. Авдин,
доктор химических наук Д.А. Жеребцов

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Полимеризация в кристалле – перспективный метод получения кристаллических органических полимеров.

ПУБЛИКАЦИИ

2 научные статьи

1 доклад на международной конференции

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

2 статьи в Scopus/WoS

ЗАДАЧА ПРОЕКТА

Одними из перспективных мономеров для полимеризации в кристалле являются молекулы, содержащие диацетиленовые группы. Такие молекулы в большинстве случаев формируют стопки в кристалле, которые при топомхимической полимеризации раскрывают тройные связи соседних молекул в стопке с образованием цепочек с чередующимися одинарными, двойными и тройными связями. Дальнейшая дегидрогенизация приводит к ароматизации системы и позволяет получить при 600 °С графеновые наноленты. В данном проекте предполагается использовать в качестве мономера тетразамещённые производные пирена, содержащие диацетиленовые группы.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

Предполагаемые для синтеза полимерные кристаллы – химически и термически стабильные органические материалы. После термической дегидрогенизации при 1000 °С из них предполагается получить новые углеродные материалы, наследующие основные черты структуры молекулярного кристалла, из которого они были синтезированы. Особенности структуры, предположительно содержащей упорядоченные поры размером в несколько ангстрем,

делают эти материалы перспективными селективными адсорбентами для различных молекул.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Высокая электропроводность и химическая инертность позволят им найти применение в электронике, например, в гальванических источниках тока, топливных элементах, электролитических конденсаторах. Научная новизна исследований заключается как в синтезе новых производных пирена, содержащих диацетиленовые группы, так и в создании новых кристаллических полимеров и углеродных материалов.

РЕЗУЛЬТАТ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В 2022 г.

Проведен термолиз ароматических производных, содержащих диацетиленовые группы. Проведены исследования морфологии, фазового состава и спектральных свойств.

ПАРТНЕР ПРОЕКТА

Институт органической химии СО РАН (Новосибирск).

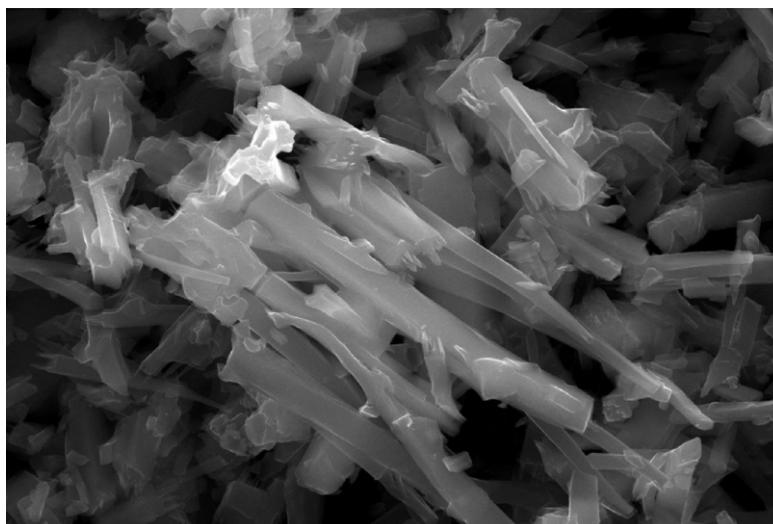


Рис. 1. Морфология производного пирена после термоллиза до 1000 °С

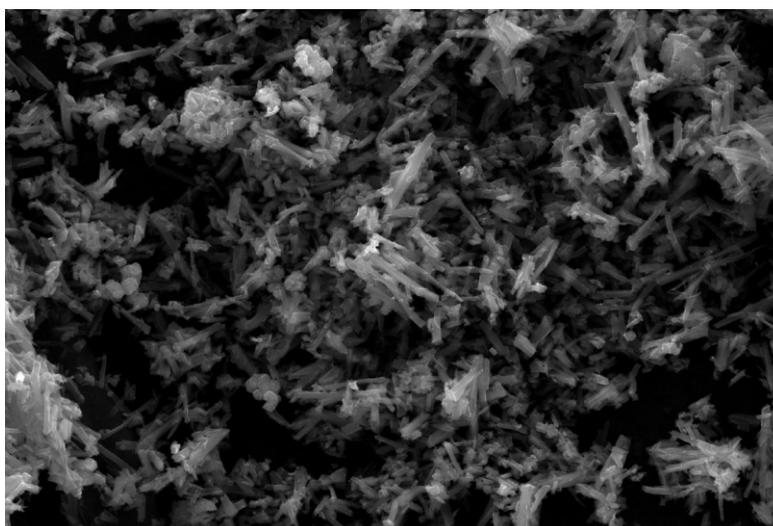


Рис. 2. Морфология производного пирена после термоллиза до 1000 °С

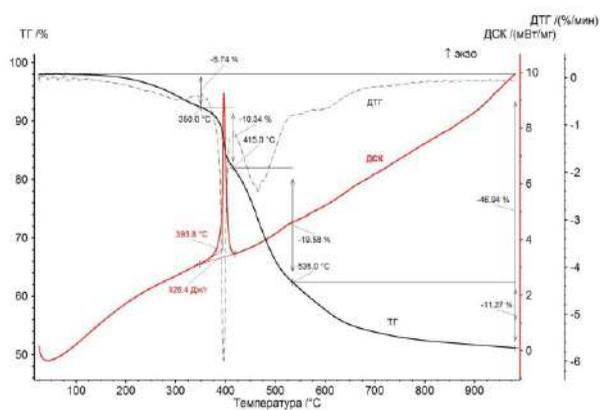


Рис. 3. ТГ, ДТГ, ДСК термоаналитические кривые производного пирена

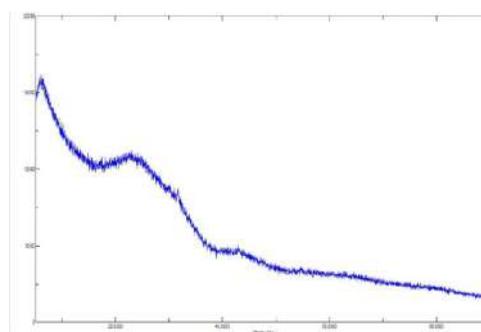


Рис. 4. Дифрактограмма производного пирена после термоллиза до 1000 °С

ИННОВАЦИИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА И ВОДЫ, СНИЖЕНИЯ УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА: НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОКОМПЗИТЫ, ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ

Руководители проекта – PhD (Chem), Ass. Prof. Д.М. Станкович (Университет Белграда, Сербия), доктор химических наук, профессор В.В. Авдин (ЮУрГУ)

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Исследование влияния морфологии и размера частиц различных наноматериалов на основе диоксида титана, а также структуры композитов (наноматериал углеродсодержащие наноматериалы) на эффективность деградации загрязнителей сточных вод и воздуха с использованием фотокаталитического и фотоэлектрохимического методов.

ПУБЛИКАЦИИ

3 научные статьи

6 научных докладов на международных конференциях

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

3 статьи в Scopus/WoS

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- ➔ Синтезированы различные наноматериалы, в основе которых будет использоваться TiO_2 .
- ➔ Детальное исследование микроструктурных свойств синтезированных наноматериалов.
- ➔ Сформированный композитный наноматериал углеродистый наноматериал с использованием синтезированных материалов, а также других наноматериалов, приготовленных и структурно охарактеризованных.
- ➔ За счет применения наноматериалов к новым типам электрододержателей, подходящих для проточных электрохимических ячеек, формирование системы рабочих поверхностей, которые будут использоваться при разложении органического вещества и определяют эффективность нового подхода.
- ➔ Будет определена корреляция между микроструктурой–составом наноматериалов и их каталитическими свойствами.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Проект имеет междисциплинарный и многоэтапный развивающийся характер с перспективой создания новой

высокоэффективной «зеленой» экологически чистой технологии удаления/деградации органических загрязнителей из сточных вод с использованием фотоэлектрохимического подхода.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В 2022 г.

- Стабильный водорастворимый комплекс титана с миндальной кислотой использовали в качестве прекурсора двуокиси титана фосфора, полученной в гидротермальных условиях в присутствии фосфорной кислоты. Гидролиз органического комплекса дал микроструктурированные сферы с узким распределением по размерам, низкой агрегацией и небольшой долей морфологических неоднородностей. Полученные микросферы имели сложную структуру, состоящую из пластинчатых чешуек. Образцы оказались электрохимически активными в отношении сулкотриона – широко известного гербицида. Электрохимические сенсоры на основе синтезированных микросфер были успешно адаптированы для анализа природных водоемов и показали низкий уровень обнаружения, отличную селективность, хорошую воспроизводимость и стабильность во времени.

ПАРТНЕР ПРОЕКТА

- Университет Белграда (Сербия).

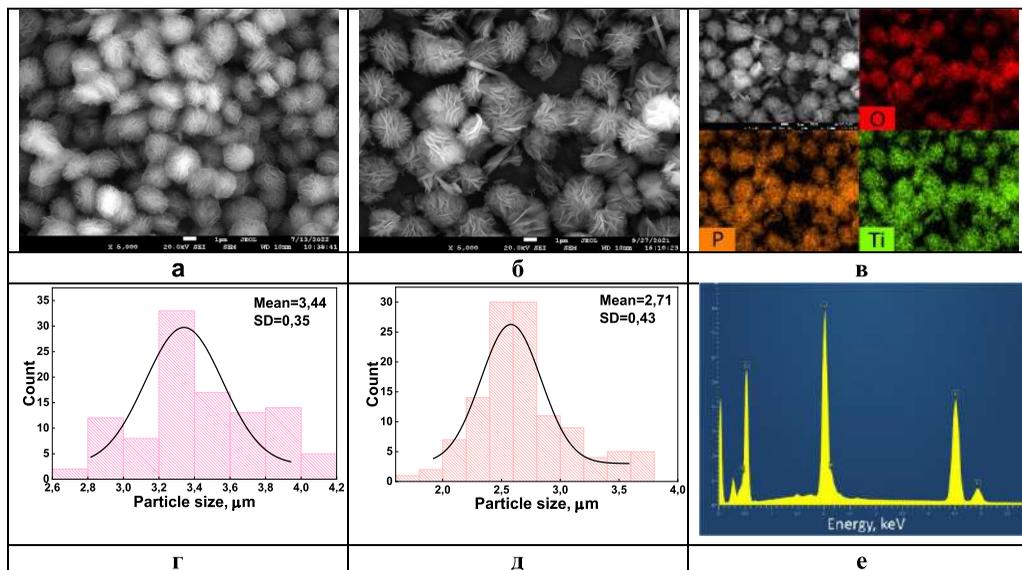


Рис. 1. СЭМ-микрофотографии TiP-80 (а); и TiP-180С (б); ЭДС-элементное картирование TiP-180 (в), распределение размеров микросфер TiP-80 (г) и TiP-180 (д) соответственно, ЭДС-спектры TiP-180 (е).

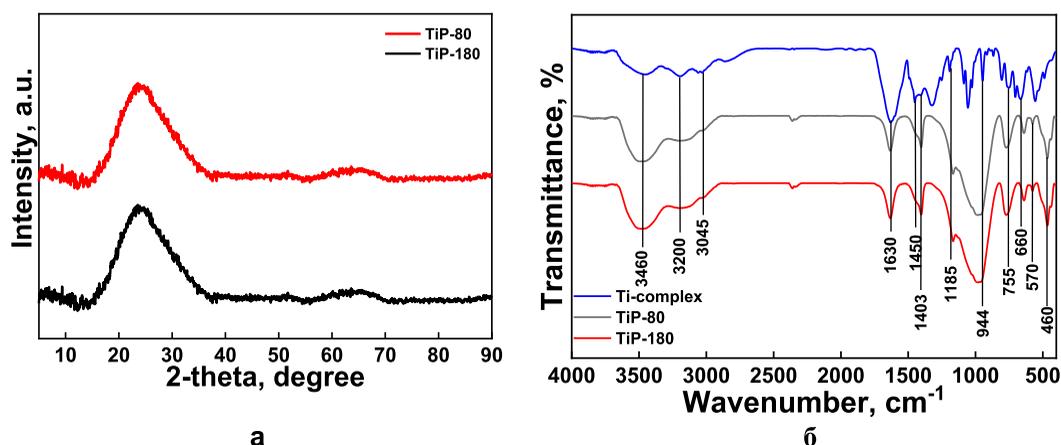


Рис. 2. Рентгеновская дифрактометрия (а) и ИК-спектры (б) образцов образцов TiP

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ, ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК С ЦЕНТРАЛЬНЫМ ТЕЛОМ ДЛЯ МНОГОРАЗОВЫХ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ

Руководитель проекта – кандидат технических наук Ю.Е. Капелюшин

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Получение новых знаний о физико-химических и газодинамических процессах для создания кислородно-водородных двигательных установок с центральным телом многоразовых ракетных систем при экстремальных температурах и давлениях, в условиях окислительной и восстановительной среды.

ПУБЛИКАЦИИ

12 научных статей

10 научных докладов на конференциях

1 свидетельство о регистрации программы

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

2 статьи в Scopus

1 статья в ядро РИНЦ

9 статей в РИНЦ

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- ➔ Теоретические и экспериментальные исследования тепловых и газодинамических процессов в жидкостных ракетных двигателях с центральным телом на криогенных компонентах топлива кислород-водород. Математическое моделирование рабочих процессов. Проведение экспериментов на модельных двигательных установках с центральным телом.
- ➔ Численное мультифизическое моделирование взаимодействия криогенных компонентов топлива (водород-кислород) в жидком и газообразном состоянии с многослойными композитными (неметаллическими и металлическими) элементами конструкции двигательной установки многоразовой ракеты-носителя для решения сопряженных задач, связанных с разрушением жертвенного слоя в условиях аэродинамического нагрева теплозащитного покрытия многоразовой ракеты-носителя, влияния этих параметров на её аэродинамические характеристики, а также на динамику полета.
- ➔ Изучение химического и фазового состава материалов на различных этапах рабочих процессов (применение микрорентгеноспектрального анализа с помощью электронного микроскопа JSM-6460LV, оборудованного волновым и энергодисперсионным анализаторами, рентгенофазового анализа на дифрактометре RIGAKU и других методов анализа). Экспериментальные исследования

- ➔ по взаимодействию окислительных и восстановительных газовых смесей (кислорода или водорода) с ионами химических элементов, составляющими основу металлических и композитных материалов в целях изучения процессов, протекающих на границе раздела фаз при различных температурах для установления природы поверхностных явлений и протекающих процессов. Исследование напряжённно-деформированного состояния и механики разрушения многослойных композитных (неметаллических, металлических и интерметаллидных) несущих конструкций криогенных кислород-водородных двигательных установок с центральным телом при ультрамалоцикловом нагружении.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

Определение необходимых характеристик и материалов для использования в разработке двигательной установки для многоразовой ракеты-носителя.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Использование результатов деятельности лаборатории в разработке двигательных установок многоразовых ракет-носителей.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В 2022 г.

- ☑ Выполнено термодинамическое моделирование системы SI – С – О – Н для оценки взаимодействия силицированного графита со смесью водорода и кислорода.
- ☑ Сформирована математическая модель динамики полета с учетом изменения массово-инерционных и аэродинамических характеристик.
- ☑ Предложено использование электронасосной системы подачи топлива на высокотемпературных сверхпроводниках и сформулированы направления дальнейшей работы в данной области.

- ☑ Проведены экспериментальные исследования по взаимодействию стали ХН70ю с компонентами топлива водород-кислород.
- ☑ Предложено использование жаростойких покрытий на поверхности, контактирующей с топливной парой, и рекомендованы дальнейшие исследования в данном направлении.
- ☑ Сотрудником лаборатории защищена кандидатская диссертация «Повышение качества нарезаемой метчиками резьбы в заготовках из волоконно-армированных композитных материалов».

ПАРТНЕР ПРОЕКТА

- ☑ АО «НИИМаш» (ГК Роскосмос, г. Нижняя Салда).

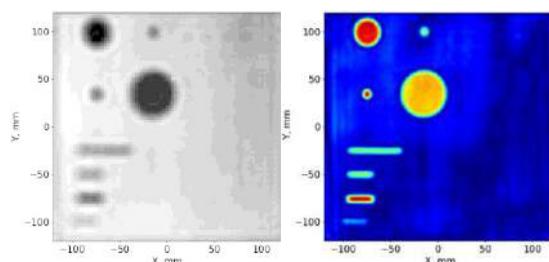


Рис. 1. Результаты для ориентации «дефектами вверх»: а — микроволновая голограмма (реальная часть) на частоте 19,5 ГГц (центральная частота); б — реконструированное микроволновое изображение

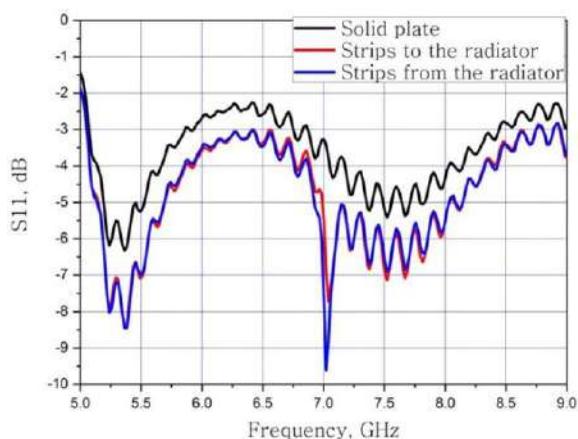


Рис. 2. Результаты экспериментальных измерений образцов композитных материалов в различных типах коаксиально-волноводных переходов

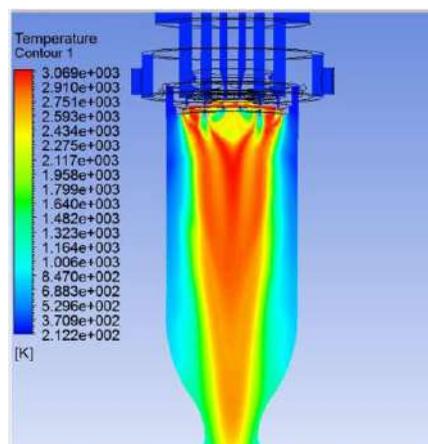


Рис. 3. Моделирование внутрикамерных процессов

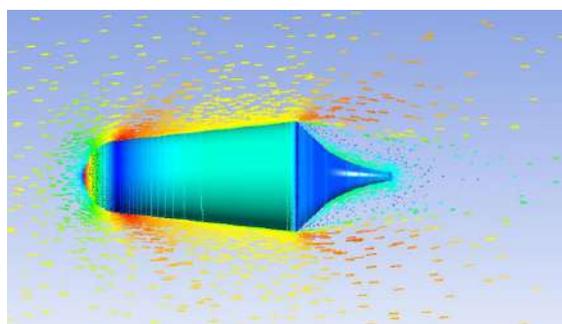


Рис. 4. Движение летательного аппарата с численно определенными путем моделирования аэродинамическими характеристиками

МЕТОДОЛОГИЯ МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ОПРЕСНИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ГРУНТОВЫХ И МОРСКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Руководитель проекта – доктор технических наук **Е.В. Соломин**

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработка методологической концепции многокритериальной эксергетической оптимизации установки по опреснению грунтовых минеральных вод.

ПУБЛИКАЦИИ

8 научных статей

1 патент

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

4 статьи в Scopus

4 статьи в РИНЦ

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

Проект решает как теоретическую задачу создания новой методологии термодинамического анализа, так и совершенно конкретные задачи в рамках стратегии научно-технологического развития, к которым относится разработка технологии опреснения грунтовых минеральных вод на основе ветроэнергетических установок, солнечных модулей и коллекторов (электротепловой системы), с использованием комбинированного органического цикла Ренкина и элементов регенерации теплоты.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- ➔ Новая методология эксерго-экономического анализа, созданная на основе известных и вновь сформулированных методов термодинамического анализа теплоэнергетических комплексов.
- ➔ Новая технология опреснения грунтовых минеральных и морских вод на основе солнечных коллекторов, комбинированного органического цикла Ренкина с элементами цикла Калина, с электроснабжением от высокоэффективного энергокомплекса на основе возобновляемых источников энергии.
- ➔ Новые методы оптимизации и оптимизированный процесс опреснения грунтовых вод на базе эксерго-экономического метода термодинамического анализа

комбинированного органического цикла Ренкина с элементами цикла Калина. Значимость как теоретическая в части создания методологии на основе известных и новых методов оптимизации, так и практическая в части получения оптимальных параметров компонентов и оборудования в целом.

- ➔ Новый действующий макетный образец опреснителя на основе энергоснабжения от возобновляемых источников. Значимость чисто практическая, по окончании проекта изделие мощностью до 1 кВт подлежит технологической доработке для постановки на серию и последующей коммерциализации.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Общественная значимость проекта заключается в получении возможности сокращения вредных выбросов в атмосферу с практически полной утилизацией тепла и увеличением объема генерации от возобновляемых источников, с соответствующим вкладом в снижение глобального потепления планеты.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В 2022 г.

- ☑ За 1-ый год проекта разработана методология термодинамического анализа на основе эксергетического подхода, разработан 3D-макет опреснительного комплекса.

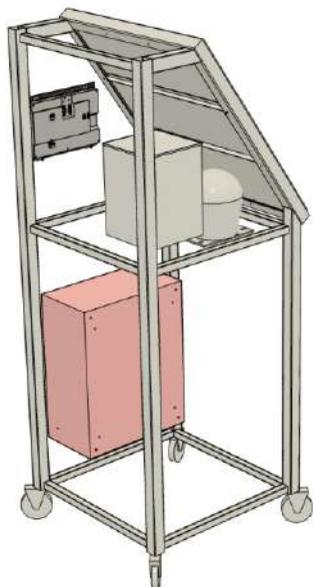


Рис. 1. Стенд опреснительный (3D-макет)

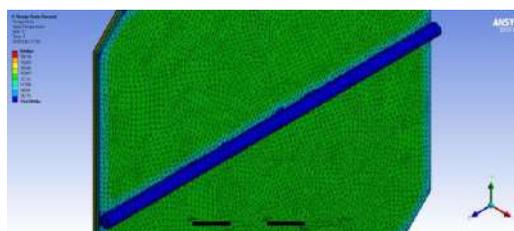
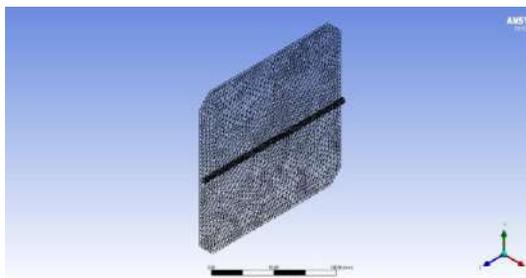


Рис. 2. Численное моделирование солнечного элемента

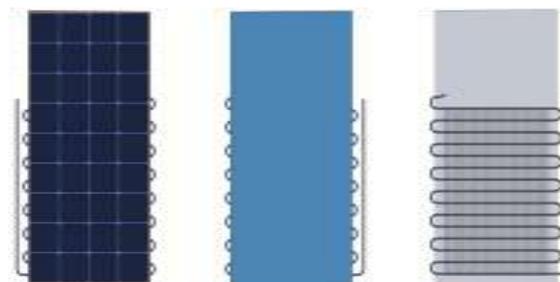


Рис. 3. Моделирование солнечного элемента

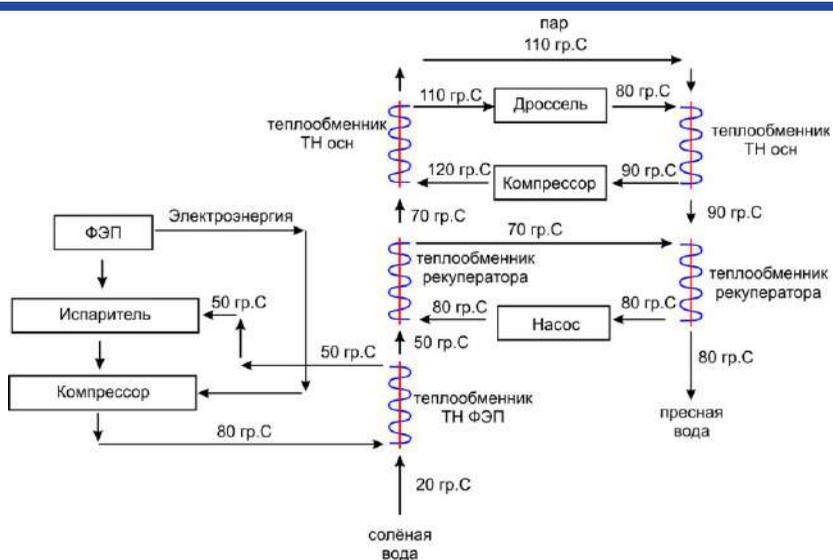


Рис. 4. Схема опреснителя

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ ПОТЕНЦИАЛЬНО ТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В СОСТАВЕ ДОРОЖНОЙ ПЫЛИ, ПОЧВ, СНЕЖНОГО ПОКРОВА И АТМОСФЕРНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ г. ЧЕЛЯБИНСКА

Руководитель проекта – кандидат химических наук, доцент Т.Г. Крупнова

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработка единого методического подхода к анализу состава и механизмов распределения потенциально токсичных элементов в различных объектах окружающей городской среды.

ПУБЛИКАЦИИ

4 научные статьи

6 докладов на конференциях

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

2 статьи в Scopus

2 статьи в РИНЦ

ЗАДАЧА ПРОЕКТА

Выявить закономерности распределения потенциально токсичных элементов As, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Sr, V и Zn и идентифицировать их источники в различных объектах окружающей городской среды (почвы, городская пыль, снежный покров, атмосферные аэрозоли) на примере типичного промышленного российского города – Челябинска.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- ➔ Разработка методических рекомендаций для проведения эколого-геохимического мониторинга загрязнения городской среды потенциально токсичными элементами.
- ➔ Определение основных антропогенных источников загрязнения (транспорт, промышленность) для каждого изученного металл(оид)а.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Полученные данные позволят городским властям разработать мероприятия по минимизации загрязнения городской среды металл(оид)ами и связанных с этим экологических рисков.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

- ☑ На территории города Челябинска собраны образцы проб почв, пыли, в том числе из воздуха в составе PM_{2.5}.
- ☑ Собранные частицы изучены методом сканирующей электронной микроскопии.
- ☑ Составлены карты пространственного распределения концентраций свинца в PM_{2.5} со всех мест отбора проб.

ПАРТНЕР ПРОЕКТА

- ☑ ФГБУН Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и геоэкологии Уральского отделения Российской академии наук (Челябинская область).

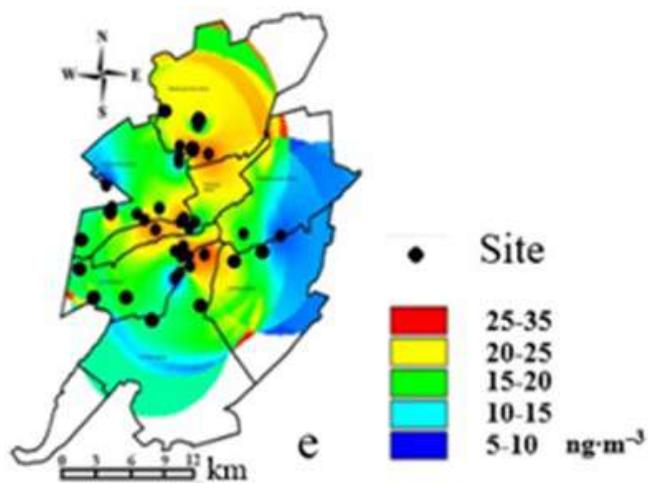


Рис. 1. Карта пространственного распределения концентраций Pb в PM_{2,5}



Рис. 2. Приборы для исследования

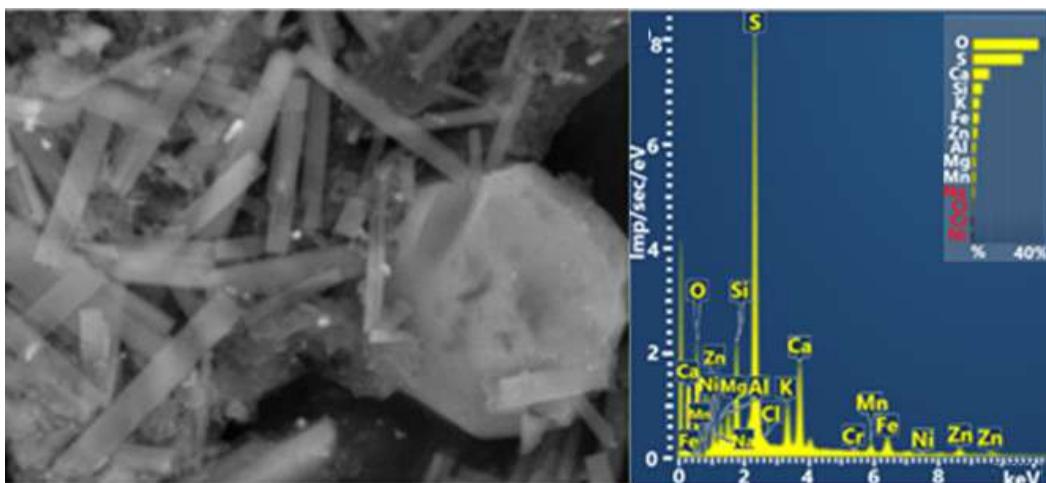


Рис. 3. СЭМ-изображения частиц PM_{2,5}

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МЕТОДОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕТЕПЛОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДУАЛЬНОГО ТИПА В СИНТЕЗЕ АУТЕНТИЧНЫХ БИОАКТИВНЫХ ПИЩЕВЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ, БИОДОСТУПНЫХ В СОСТАВЕ ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ

Руководитель проекта – Uday D Bagale

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Решение комплексной задачи создания уникальной системы для функционального питания, исследование механизмов формирования пищевой системы, обогащенной аутентичными биологически активными соединениями, оказывающими доказанное влияние на иммунную систему организма человека.

ПУБЛИКАЦИИ

15 научных статей

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

9 статей в Scopus/WoS

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- ➔ Разработка концептуальной методологии использования низкочастотного ультразвука для обеспечения биодоступности микроструктурированных БАВ бурых водорослей.
- ➔ Установление механизмов дуального действия кавитационных эффектов ультразвука для эффективного инкапсулирования биоактивных веществ водорослей в систему двойных эмульсий.
- ➔ Апробация подходов компенсации рисков снижения технологической и функциональной пригодности исходного сырья для создания уникальных пищевых систем направленного функционального действия.
- ➔ Доказательство эффективности предлагаемого подхода и возможность его трансляции для формирования нового сегмента продуктов питания с гарантированной функциональностью.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- ➔ Планируется обосновать применение нетепловых технологий кавитационных эффектов низкочастотного ультразвука как инструмента направленного действия для микро- и наноструктурирования биологически активных веществ.
- ➔ Установлены взаимосвязи между параметрами воздействующего фактора и степенью дисперсности

БАВ, их антиоксидантной активностью, показателями безопасности после сонохимической модификации БАВ.

- ➔ Ожидается получить первые результаты в пользу гипотезы применения ультразвукового воздействия дуального типа для микроструктурирования БАВ с целью их эффективного размещения в систему двойных эмульсий разного жирнокислотного состава.
- ➔ В концептуальном плане будет обосновано представление о влиянии нетепловых эффектов ультразвука как эффективного инструмента, применимого для синтеза новых форм аутентичных биоактивных пищевых ингредиентов.
- ➔ Разработаны ультразвуковые технологии дуального типа для получения ингредиентных комплексов на основе двойных эмульсий типа вода-в-масле-в-воде (W1/O/W2), нагруженных структурированными биоактивными веществами.
- ➔ На основании полученных результатов будут разработаны 3D-модели нагруженных БАВ двойных эмульсий, что позволит спрогнозировать степень обеспечения эффективности ингредиентов в составе гетерогенных пищевых систем.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Значимость поиска решений обозначенной проблемы отражается в Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 г. (распоряжение Правительства РФ от 29.06.2016 № 1364-р).

Стратегия ориентирована на обеспечение полноценного питания, профилактику заболеваний, увеличение продолжительности и повышение качества жизни населения, стимулирование развития производства и обращения на рынке пищевой продукции надлежащего качества. Комплекс обозначенных стратегических направлений охватывает все сегменты пищевой индустрии и ориентирован на улучшение состояния здоровья всех слоев населения при условии включения в рационы питания обогащенных продуктов нового формата. Вместе с тем большая часть продукции не только не обладает заявленной функциональностью, но и не соответствует нормативам по качеству, что формирует определенные риски для потребителей.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

Оптимизация концентрации фукоидана и его антиоксидантной активности с помощью сонохимического подхода. После этого можно стабилизировать первую фазу, т.е. W1/O, по отношению к ультразвуку и концентрации Emulfier, инкапсулировав в нее фукоидан.

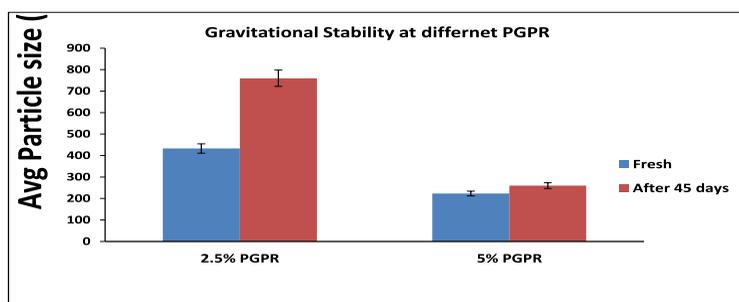


Рис. 1. Влияние гравитационной устойчивости на концентрацию PGPR



Рис. 2. Влияние концентрации PGPR на хранение



Рис. 3. Влияние концентрации БАВ на размер частиц

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЯМОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА ИЗ БРЭКСОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ ПЫЛИ ЭДП МЕТОДОМ ЖЁСТКОЙ ЭКСТРУЗИИ, С ПОСЛЕДУЮЩИМ ПОЛУЧЕНИЕМ ЧУГУННЫХ МЕЛЮЩИХ ТЕЛ

Руководитель проекта – кандидат технических наук Ю.Е. Капелюшин

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Рациональное природопользование и ликвидация техногенных отходов.

ПУБЛИКАЦИИ

1 научная статья

2 доклада на международных конференциях

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

1 статья в Scopus

ЗАДАЧА ПРОЕКТА

Исследование технологии жёсткой экструзии с вовлечением в переработку пыли ЭДП и последующим получением чугунных мелющих тел может существенно расширить потенциал ликвидации техногенных отходов.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- ➔ Новые сведения о возможности использования технологии жёсткой экструзии для окускования пыли ЭДП с получением брэксов.
- ➔ Технологическая схема изготовления чугунных мелющих тел.
- ➔ Публикация статей в научных изданиях.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

- ➔ Разработка и исследование технологии получения новых материалов, способствующей более рациональному природопользованию и решению проблемы утилизации одного из видов металлургических отходов.
- ➔ Получение новых сведений о возможности использования

методики изготовления брэксов для пыли ЭДП.

- ➔ Исследование возможности использования полученного чугуна для отливки чугунных мелющих тел (мелющих шаров), которые могут применяться в горнодобывающей промышленности.
- ➔ Получение новых сведений о процессах восстановления металлов из отходов металлургического производства с низким содержанием железа.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В 2022 г.

- ☑ Анализ и сопоставление литературных данных показали, что в отвалах металлургических комбинатов Российской Федерации может находиться до 35 млн т пыли и ежегодно производится до 780 тыс. т новой пыли ДСП. В 2022 году в программном комплексе TERRA выполнен термодинамический анализ процесса карботермического восстановления металлов из основных компонентов пыли стехиометрическим количеством углерода при нагреве в интервале температур от 400 до 1300 °С. Результаты расчета показали, что с термодинамической точки зрения при нагреве в первую очередь начинает ступенчато восстанавливаться железо, проходя через последовательные стадии существования фаз $ZnFe_2O_4$ – Fe_3O_4 – FeO – Fe в интервале температур от 500 до 700 °С. Оксид цинка

интенсивно восстанавливается в интервале температур от 800 до 900 °С, при этом восстановленный цинк переходит в газовую фазу.

- Исследование процесса сушки готовых брикетов проводилось 2 способами: на воздухе в лабораторных условиях в течение 25 суток и в муфельной печи при температуре 110 °С в течение 3 часов. При сушке на воздухе наиболее сильное удаление влаги происходит в первые 3 дня. Параллельно с удалением влаги протекает процесс гидратации портландцемента. На 3-й день содержание влаги находилось на уровне 6 %. На 4-й день – 5 %. На 7-й день – 2 %. В 25-й день влажность была на уровне менее 1 %.

После сушки влажных брикетов в муфельной печи при температуре 110 °С в течение 3 часов уровень влажности составляет менее 1 %.

- Проведены эксперименты по карботермическому восстановлению железа и цинка из брикетов. Эксперименты выполнены при температурах 1000, 1100 и 1150 °С. В результате получен твердый остаток, представляющий собой практически полностью металлизированный брикет. При этом цинк после перехода в газовую фазу и взаимодействия с кислородом сформировал оксид цинка в виде столбчатых кристаллов.

ПАРТНЕРЫ ПРОЕКТА

- ПАО «Мечел».
- ООО «ИЦ АС Теплострой».



Рис. 1. Вельц-окись (а) и побочный продукт процесса вельцевания (б)

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ЗАПОРНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВЫХЛОПА АГРЕССИВНЫХ ГАЗОВ

Руководитель проекта – доктор технических наук **Е.К. Спиридонов**

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработка газоструйных аппаратов с малой степенью расширения (сжатия) газа в качестве пневматического запорного устройства и их внедрение в эксплуатацию на предприятиях металлургической и химической промышленности, горнообогатительных комбинатах, предприятий энергетики Челябинска и Челябинской области.

ПУБЛИКАЦИИ

1 научная статья

1 доклад на международной конференции

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

1 статья в РИНЦ

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- Разработка физико-математической модели обратных токов в струйных и вихревых течениях с положительным осевым градиентом давления.
- Численный анализ рабочего процесса струйных и вихревых течений с положительным осевым градиентом давления с использованием компьютерных технологий трёхмерного моделирования для перехода к полной цифровизации технологического процесса и его автоматизации.
- Разработка методики расчета и проектирования пневматического запорного устройства эжекционного и/или вихревого типа для заданных физических условий, геометрических размеров системы, условий монтажа.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- Новая физико-математическая модель обратных токов в струйных и вихревых течениях с положительным осевым градиентом давления на основе уравнений состояния, сохранения массы, количества движения и энергии в канале загрузки, рабочей камере и канале выхлопа.
- Замкнутая система уравнений и аналитические выражения для численного моделирования обратных токов в струйных и вихревых течениях с положительным осевым градиентом давления.

- Расчет и анализ характеристик пневматического запорного устройства. Описание предельно-достижимых режимов работы, при которых заданные требования по предотвращению выхлопа агрессивных газов обеспечиваются минимальным энергопотреблением устройства.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Проектирование оптимальной конструкции аппарата позволяет упростить ввод в эксплуатацию на предприятиях металлургической и химической отраслей (ЧМК, ММК и др.)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В 2022 г.

Предложено запирание загрузочного устройства реактора осуществлять пневматическим запорным устройством эжекционного типа взамен механического аналога. Описана физико-математическая модель рабочего процесса устройства, устанавливающая взаимосвязь между физическими режимными параметрами с основными геометрическими размерами. Представлены характеристики, показывающие влияние увеличения температуры активного потока газа на снижение его массового расхода. Предложена конструкция, позволяющая организовать подачу активного потока газа для эжектирования выхлопных

агрессивных газов. Описана методика расчёта запорного устройства и представлены её результаты.

Таким образом, результаты могут быть рекомендованы для разработки и эксплуатации оптимальных устройств на промышленных предприятиях в зависимости от физических условий, геометрических размеров системы, условий монтажа.

ПАРТНЕР ПРОЕКТА

☑ Правительство Челябинской области.

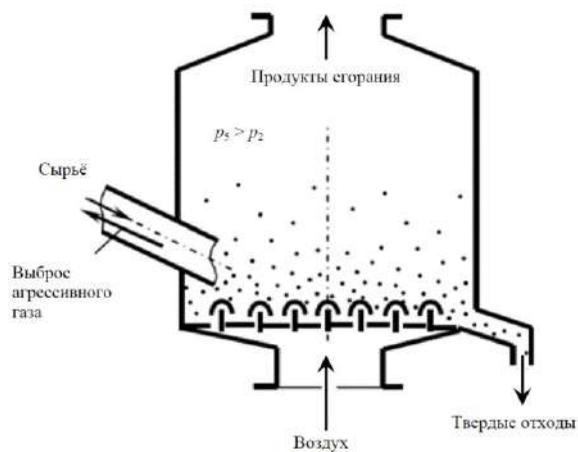


Рис.1. Реактор с противодавлением

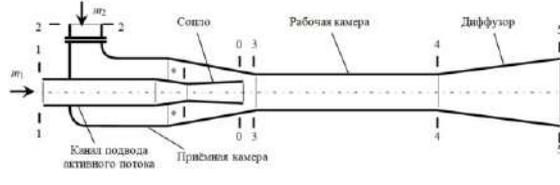


Рис. 2. Расчетная схема пневматического запорного устройства эжекционного типа



Рис. 3. Участие на выставке Техноэкспо. Металлургия. Машиностроение. ВПК

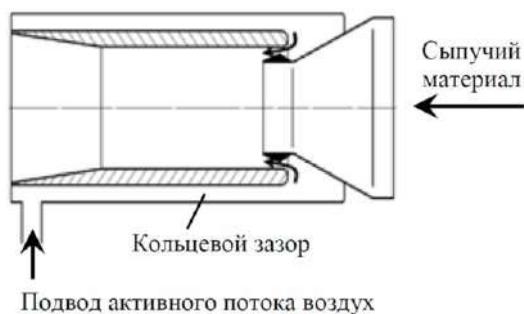


Рис. 4. Эскиз пневматического запорного устройства эжекционного типа

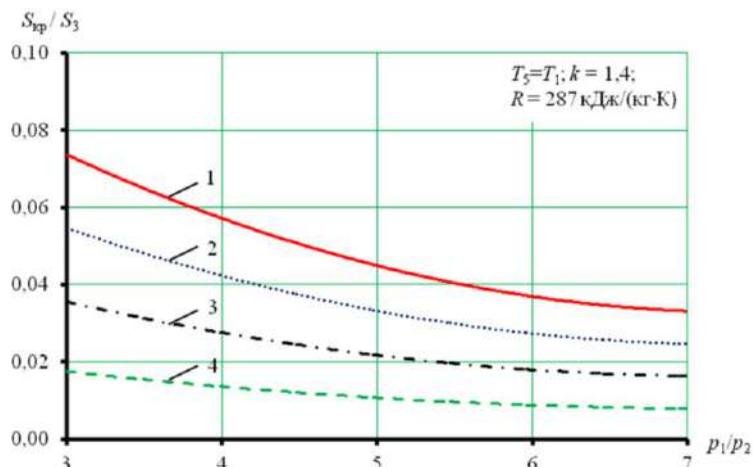


Рис. 4. Численные результаты

МЕХАНИЗМ СЕЛЕКТИВНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ И ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗА ИЗ ООЛИТОВОГО ГЕМАТИТА С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ФОСФОРА

Руководитель проекта – аспирант Б. Сулеймен

Научный руководитель проекта – доктор технических наук, профессор В.Е. Роцин

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Исследование возможности селективного твердофазного восстановления железа в оолитовых рудах Аятского месторождения.

ПУБЛИКАЦИИ

4 научные статьи

5 научных докладов на конференциях

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

2 статьи в Scopus

2 статьи в журналах из перечня ВАК

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- Комплексные исследования исходных образцов оолитовой руды Аятского месторождения.
- Термодинамический расчёт условий восстановительного обжига исходных руд.
- Комплексные исследования преобразований в рудах при окислительном обжиге на установке ДТА.
- Исследование процесса селективного восстановления железа из оолитовой руды (изучение влияния условий восстановительного обжига на степень металлизации железа и фосфора).

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- Результаты анализа исходных физико-химических характеристик опытных образцов.
- Термодинамическая модель процесса селективного восстановления железа из оолитовых руд.
- Результаты комплексного исследования преобразований в рудах при окислительном обжиге на установке ДТА.
- Экспериментально определенные оптимальные параметры процесса селективного восстановления железа из оолитового гематита.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Получение металлического железа с низким содержанием фосфора и высокофосфористого шлака.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В 2022 г.

В лабораторных условиях получали брикеты экструзии (брэкссы) и окатыши из оолитовой железной руды, которые подвергали предварительному восстановительному обжигу.

- ☑ Результаты исследования процесса твердофазной металлизации окатышей и брикетов экструзии (брэкссов) из бурожелезняковых руд Аятского месторождения показали, что в контакте с твердым углеродом при температуре 1050 °С и с времени выдержки 3 часа восстановление железа до металла произошло практически полностью и содержат до 3,1 ат. % фосфора, в то же время в оксидной фазе количество оставшегося железа составляет до 3,1 ат. %. При металлизации в атмосфере CO железо и фосфор присутствуют в оксидной фазе до 20,5 и 1,2 ат. %, что значительно больше, чем при восстановлении твердым углеродом, но содержание фосфора в металле не превышает 0,6 ат. %, что гораздо меньше металла по сравнению с восстановлением в контакте твердым углеродом.

☑ Получены результаты по потере массы образцов при металлизации, где выявлено, что при восстановлении твёрдым углеродом и в атмосфере CO порошкообразная руда теряет массу больше по сравнению с окомкованными образцами. Таким образом, для металлизации газообразными

восстановителями целесообразно использовать образцы в порошковом виде, так как использование окомкованных материалов показывает низкую степень восстановления, что подтверждают результаты измерений потери массы металлизированных образцов.



Схема изготовления окатышей и брикетов экструзии (брэсксов)

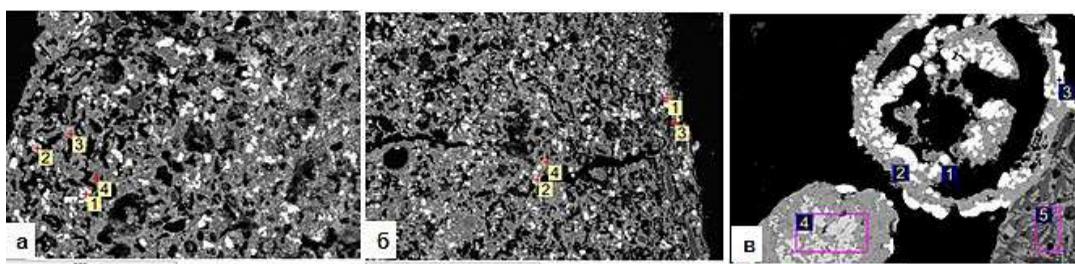


Вид сырых и обожженных окатышей и брэсксов

Примечание:

- Окатыши и брэсксы сушились при комнатной температуре
- Обжиг проводили в муфельной печи $T=900\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $t=15\text{ мин.}$

Рис. 1. Изготовление окатышей и брэсксов



Содержание элементов после восстановительного обжига, ат. %

	O	Al	Si	P	S	Mn	Fe
1а	—	—	—	0.3	—	—	99.7
2а	—	—	—	0.1	—	—	99.9
3а	66.7	0.3	12.5	—	—	—	20.5
4а	63.3	9.5	21.8	0.1	0.1	—	5.2
1б	—	—	—	0.6	—	—	99.4
2б	—	—	—	0.3	—	—	99.7
3б	59.6	5.5	16.1	0.3	—	0.8	17.7
4б	62.7	13.2	17.5	1.2	0.3	0.2	4.9
1в	—	—	—	0.1	—	—	99.9
2в	64.2	2.0	11.2	0.4	—	—	22.3
3в	—	—	—	0.1	—	—	99.9

Рис. 2. Участки окатыша (а), брэкса (б) и рудного порошка (в) после восстановительного обжига при температуре $1050\text{ }^{\circ}\text{C}$ и времени выдержки 3 часа в атмосфере CO

МЕХАНИЗМ И КИНЕТИКА ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ МЕТАЛЛОВ ИЗ ТИТАНОМАГНЕТИТОВЫХ И ИЛЬМЕНИТОВЫХ РУД

Руководитель проекта – аспирант К.И. Смирнов

Научный руководитель проекта – доктор технических наук, профессор В.Е. Роцин

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Исследование механизма и кинетики процесса восстановления металлов из неиспользуемых титаномагнетитовых и ильменитовых руд.

ПУБЛИКАЦИИ

2 научные статьи

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

1 статья в Scopus

1 статья в журнале из перечня ВАК

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- Исследование влияния основных параметров (температура, парциальное давление кислорода, состав руды) на извлечение металлов из титаномагнетитовых и ильменитовых руд.
- Исследование кинетики процесса восстановления металлов из титаномагнетитовых и ильменитовых руд.
- Изучение механизма процесса селективного восстановления металлов из титаномагнетитовых и ильменитовых руд.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- Теоретические основы переработки титаномагнетитовых и ильменитовых руд, включающие литературный обзор отечественной и зарубежной литературы.
- Результаты определения физико-химических свойств образцов исходных руд и руд после процесса восстановления.
- Результаты термодинамического моделирования процесса восстановления металлов из титаномагнетитовых и ильменитовых руд.
- Графики влияния температуры, парциального давления кислорода и состава на процесс восстановления металлов из титаномагнетитовых и ильменитовых руд.
- Кинетические кривые процесса восстановления металлов из

титаномагнетитовых и ильменитовых руд.

- Обобщенный и дополненный механизм восстановления металлов из титаномагнетитовых и ильменитовых руд.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Титаномагнетитовые и ильменитовые руды являются перспективным сырьем для извлечения железа, титана и ванадия, а их переработка с извлечением всех полезных элементов является актуальной задачей с точки зрения рационального использования полезных ископаемых. Существующие методы переработки титаномагнетитовых и ильменитовых руд основываются на извлечении одного или нескольких компонентов. Гидрометаллургические методы используют в основном для переработки ильменитовых руд и предполагают извлечение только диоксида титана, при этом образуются малоиспользуемые соли железа и ванадия. Пирометаллургические методы используют для переработки титаномагнетитовых руд и нацелены в основном на извлечение железа и ванадия. Например, в классической схеме (доменная печь – кислородный конвертер) извлекают железо и ванадий, при этом диоксид титана безвозвратно теряется в шлаке.

Исследование по предварительному селективному восстановлению металлов из титаномагнетитовых и ильменитовых руд позволят перейти на новые технологии по переработке неиспользуемых в настоящее время титаномагнетитовых и ильменитовых руд

с рациональным использованием сырьевых материалов и извлечением всех полезных элементов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В 2022 г.

Современные методы переработки титаномагнетитовых и ильменитовых руд предполагают использование гидрометаллургического или пирометаллургического передела, что, в свою очередь, зависит от содержания диоксида титана в материале. Гидрометаллургический метод используют для переработки материалов с высоким содержанием диоксида титана и ведут с целью получения диоксида титана с получением побочных малоиспользуемых продуктов солей железа и ванадия. Пирометаллургические методы нацелены в основном на получение железа. Передел по схеме «доменная печь – кислородный конвертер» нацелен на получение ванадиевого чугуна и шлака с диоксидом титана в доменной печи, выделение пентаоксида ванадия в кислородном конвертере и получение стали. Диоксид титана при этом теряется с доменным шлаком и складывается в отвалах. Одностадийная электроплавка нацелена на получение ванадиевого чугуна и титанатного шлака и является высокоэнергос затратным процессом. Получаемый титанатный шлак требует обогащения диоксида титана гидрометаллургическим методом. Двухстадийная схема предполагает проведение процесса восстановления и разделение продуктов восстановления в разных агрегатах. Данный метод позволяет получать металлическое железо и шлак с высоким содержанием диоксида титана. Однако процесс твердофазного пирометаллургического восстановления железа из титаномагнетитовых и ильменитовых руд малоизучен.

- Твердофазное восстановление железа из титаномагнетитовых и ильменитовых руд имеет ряд преимуществ, таких как: возможность организации селективного восстановления железа, получение чистого первородного безуглеродистого железа, возможность вести процесс без образования карбидов титана, возможность экономии энергии за счет загрузки разогретых материалов в агрегат для последующего передела, а также получать более высокое содержание диоксида титана при последующей разделительной плавке.
- В ильменитовом концентрате с повышением температуры увеличивается кинетика реакции восстановления с твердым углеродом. При восстановлении железа, где в качестве восстановителя является газ СО кинетика процесса также возрастает с ростом температуры, однако при температурах 1200 и 1300 °С происходит скачок с увеличением потери массы образцов.
- При проведении процесса восстановления с использованием в качестве восстановителя твердого углерода металлическая фаза образуется не только в месте контакта реагентов, но и внутри образца. Процесс восстановления при температурах 1000–1300 °С протекает с образованием фаз железа и диоксида титана, без образования промежуточных оксидов. Однако при развитых диффузионных процессах в оксиде фаза TiO_2 вступает в реакцию с остаточным ильменитом (не вступившим в реакцию восстановления) с образованием новой фазы FeO_2TiO_2 (дититанат железа). При использовании восстановителя газа СО, наблюдаются аналогичные процессы образования и растворения фаз, что свидетельствует об общности механизма восстановления вне зависимости от используемого восстановителя. При длительной выдержке, железо селективно восстанавливается из FeO_2TiO_2 с образованием металлического железа и оксидной фазы Ti_3O_5 (Аносовит).

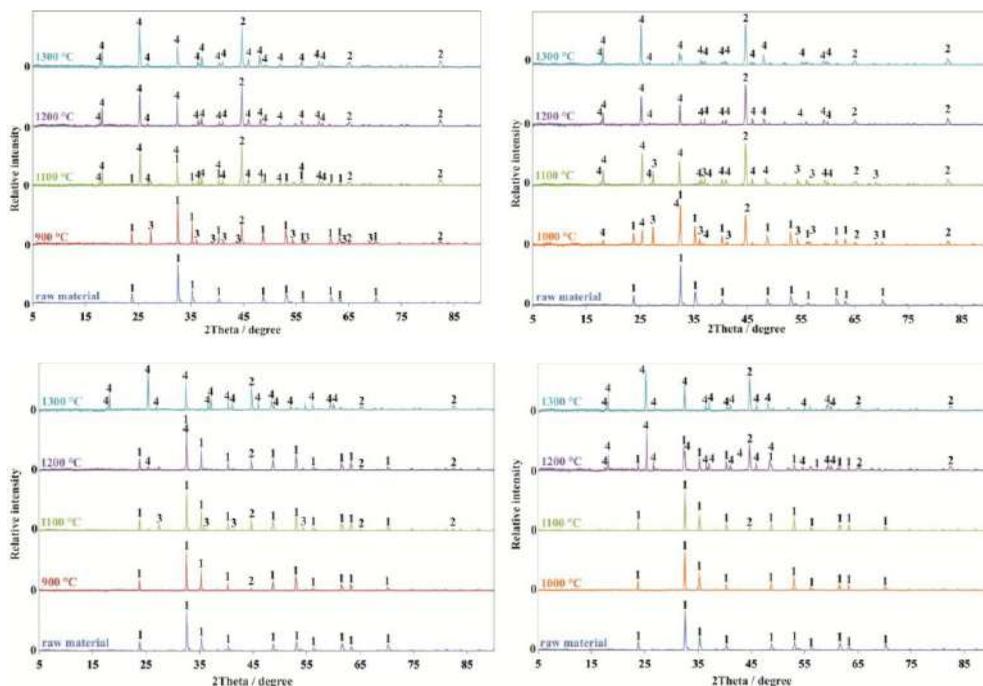


Рис. 1. Результаты рентгенофазового анализа: а – $C_{ТВ}$ восстановитель и выдержка 60 мин.; б – $C_{ТВ}$ восстановитель и выдержка 180 мин.; в – СО восстановитель и выдержка 60 мин.; г – СО восстановитель и выдержка 180 мин. (1 – $FeTiO_3$; 2 – Fe; 3 – TiO_2 ; 4 – $FeTi_2O_5$)

СЕЛЕКТИВНОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ И РАЗДЕЛЕНИЕ МЕТАЛЛОВ ЖЕЛЕЗОМАРГАНЦЕВЫХ РУД

Руководитель проекта – аспирант Н. Косдаулетов

Научный руководитель проекта – доктор технических наук, профессор В.Е. Роцин

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Селективное твердофазное восстановление железа и фосфора из железомарганцевых руд с получением легированного фосфором металлического железа и низкофосфористого марганцевого шлака.

ПУБЛИКАЦИИ

8 научных статей

5 научных докладов на конференциях

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

3 статьи в Scopus

3 статьи в журнале из перечня ВАК

2 статьи в РИНЦ

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- Термодинамическое моделирование многокомпонентной системы, включающей элементы Fe, Mn, Si, O, P, Al, Ca и C.
- Подбор режимов восстановительного обжига, количества и типа восстановителя, определение температуры и времени выдержки для одновременного восстановления железа и фосфора, при которых марганец должен остаться в оксидной фазе.
- Выявить особенности восстановления металлов в зернах марганцевых руд.
- Исследование возможности разделения полученного материала, получение легированного фосфором металлического железа и малофосфористого концентрата оксидов марганца.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- Применение селективного твердофазного восстановления в пирометаллургических процессах.
- Комплексный подход к изучению химических и фазовых превращений компонентов железомарганцевой руды с применением современных методов теоретического физико-химического и экспериментального анализа с использованием передового программного обеспечения и оборудования.
- Получение новых теоретических и экспериментальных данных о распределении фосфора, железа и

марганца в процессе восстановительного обжига.

- Получение новых экспериментальных данных о процессе восстановления железа, которые будут дополнением к развиваемой на кафедре пирометаллургических процессов ЮУрГУ теории процесса твердофазного восстановления металлов (электронная теория восстановления металлов), с рациональным использованием сырьевых материалов и извлечением всех полезных элементов.
- Оценка эффективности твердофазного восстановления железа в кристаллической решетке комплексного оксида.
- Перспективы практического использования.
- Получение малофосфористого высокомарганцевого шлака для производства марганцевых сплавов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В 2022 г.

- ☑ Выполнено термодинамическое моделирование процесса восстановительного обжига железомарганцевой руды с высоким содержанием фосфора в присутствии твердого углерода или в атмосфере CO.
- ☑ Показано, что железо и фосфор в такой руде восстанавливаются и твердым углеродом, и оксидом углерода CO до металлического состояния, а марганец – только до оксида MnO в лабораторной печи Таммана при температуре 1000 °C и выдержке в течение 2 и 5 ч.

☑ Попытка измельчения и магнитная сепарация продукта обжига оказалась неэффективной, поскольку вместе с восстановленным металлом магнитным полем извлекается и большое количество оксида марганца. В связи с этим, далее плавляли реакцию смесь, получили шлак с

высоким содержанием марганца и металл легированный фосфором. Сквозной выход металла и шлака составил соответственно 19,6 и 80,4 % от массы шихты.

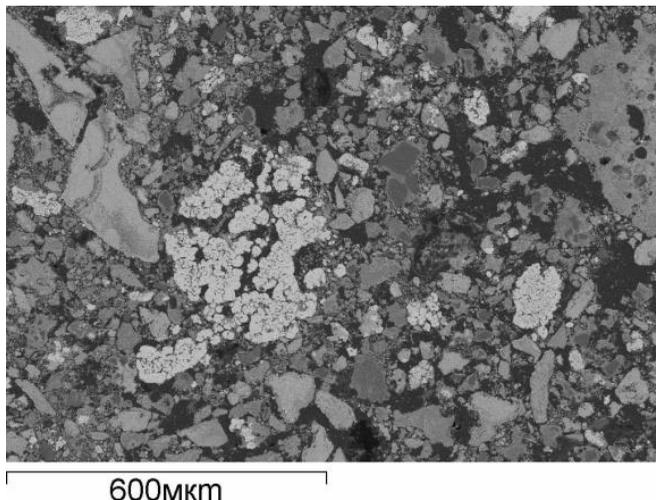


Рис. 1. Электронное изображение

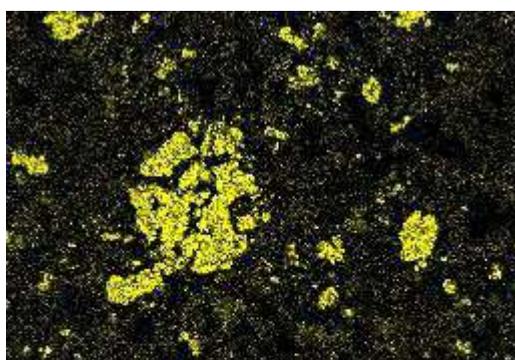


Рис. 2. Распределение Fe

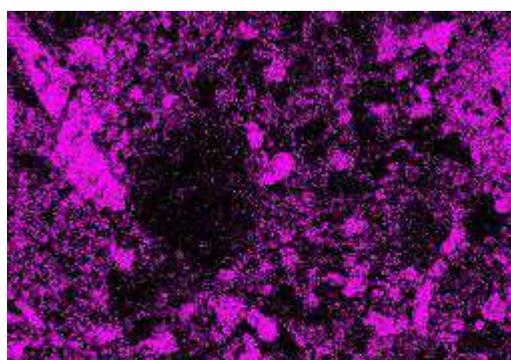


Рис. 3. Распределение Mn

Руда	Фаза	O	Al	Si	Ca	P	Mn	Fe	Cu
Железомарганцевая	Шлак	35,6	1,3	9,6	0,4	0,0	51,3	1,8	0,0
	Металл	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	4,5	94,1	0,6

Рис. 4. Состав фаз образцов после разделительной плавки (масс, %)

ПЕРЕРАБОТКА ШЛАКА КАРАБАШСКОГО МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО КОМБИНАТА С ПОЛУЧЕНИЕМ МЕЛЮЩИХ ТЕЛ И ПРОПАНТОВ

Руководитель проекта – аспирант Г. Адилов

Научный руководитель проекта – доктор технических наук, профессор В.Е. Роцин

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Исследование возможности переработки шлаков Карабашского медеплавильного комбината с получением чугунных мелющих тел и пропантов.

ПУБЛИКАЦИИ

6 научных статей

5 научных докладов на конференциях

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

3 статьи в Scopus/WoS

4 статьи в РИНЦ

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- Теоретические основы переработки медеплавильных шлаков, включающие литературный обзор и расчеты материального и теплового баланса. Данные результаты будут основными материалами для формирования научного задела диссертационной работы.
- Образцы металлизированных окатышей после твердофазного восстановления в печи Таммана. На основании данных результатов будет посчитана степень восстановления железа и цинка. Тем самым будут определены основные параметры восстановления данных компонентов.
- Образцы медьсодержащего чугуна и шлакового остатка после пирометаллургического разделения продуктов восстановления. На основании результатов химического состава продуктов пирометаллургического разделения металла и шлакового остатка будут выбраны оптимальные составы для получения мелющих шаров и пропантов.
- Образцы чугунных мелющих шаров с оптимальными свойствами. На основании результатов заковки шаров разливкой в кокиль будут выбраны оптимальные результаты по твердости мелющих шаров согласно стандарту.
- Образцы пропантов с оптимальными свойствами. Разработан оптимальный химический состав, и по результатам ДТА будет подобран оптимальный режим термообработки для соответствия пропантов по прочности согласно стандарту. Утилизация шлакового остатка в качестве сырья для изготовления

пропантов будет заключающим циклом в полной переработке медеплавильных шлаков. Следовательно, получение новых материалов или изделий из медьсодержащего чугуна (чугунные мелющие тела) и получение стеклокристаллических шлаковых гранул.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В 2022 г.

- ☑ Результаты термодинамического моделирования. При количестве углерода по стехиометрии в модулируемой системе в интервале температур 650–1250 °С существуют элементы и соединения C, CO, CO₂, Al₂O₃, Zn, ZnO, ZnS, FeS, Cu, Cu₂S, Fe, MgSiO₃, CaS, CaSiO₃, SiO₂. При этом все железо находится в металлической фазе, а вся сера находится в соединениях ZnS и Cu₂S. Концентрации основных фаз шлака, таких как: магнетит, фаялит и пироксен, в этом температурном интервале в восстановительной атмосфере не наблюдается, поскольку их распад происходит на более низких температурах. При наличии повышенной концентрации углерода в двойной сумме стехиометрии и повышении температуры до 1750 °С в системе происходит образование металлического кремния с одновременным понижением концентрации оксидов кремния
- ☑ Результаты извлечения оксида цинка. Температура в дуговой печи из-за сложности измерялась лишь перед сливом и в среднем составляла около 1600 °С. Плавка продолжалась не

более 60 минут с учетом розжига печи. В результате расплавления получали три продукта:

- шлак, аналогичный полученному после индукционного переплава;
- оксид цинка, осаждённый на электрод;
- слиток металла.

Полученный металлический слиток после дуговой электропечи имеет белый цвет в изломе и хрупкий при расколе молотом. По химическому составу сопоставим с чугуном, содержание серы и меди суммарно чуть более 2 масс.%. Однако следует учитывать тот факт, что при изготовлении окатышей для дуговой печи используемый медеплавильный шлак не подвергался окислительному и восстановительному обжигу, поскольку задачи десульфурации и селективного восстановления не ставилась, что могло бы привести к утере оксида цинка. Тем самым сера в кристаллической решетке выделяется как отдельная фаза в виде сульфида FeS или оксисульфида.

Оксид цинка осаждается на электроде в виде сыпучего порошка бело-серого цвета. При контакте с рукой смазывается в виде геля. По химическому составу в основном состоит из оксида цинка, однако также содержит оксиды железа и кремния.

- ☑ Результаты термодинамического обжига и пирометаллургического разделения продуктов восстановления.

В качестве восстановителя железа из компонентов шлама использовали энергетический уголь.

Восстановление проводили в смеси порошков шлама и восстановителя (размер <1 мм) или из спрессованных из этой смеси брикетов.

Восстановление проводили в печи Таммана.

Температуру восстановления была на 30...50 градусов ниже температуры начала плавления шлама. После выдержки смеси при 980 °С в течение 1 часа появились корольки железа размером 5...20 мкм, содержащие 1,5... 2,0 % меди, но чистые по сере. В результате восстановления железа в шламе исчез магнетит.

Скорость восстановления железа в брикетах оказалась в 3–4 раза больше, чем в механической смеси. Так, при выдержке 1 час при температуре 1020 °С содержание железа в оксидной части уменьшилось до 10 %, а размер корольков увеличился до 20–50 мкм. Но дальнейшее увеличение продолжительности выдержки не привело к снижению содержания железа в оксидной фазе.

Принципиальное отличие брикетированных образцов проявилось при плавлении в корундовом тигле для разделения на металл и шлак. Во время нагрева до 1500 °С активно происходил процесс дальнейшего восстановления, о чем свидетельствовало бурное выделение газов. В итоге после расплавления содержание железа в шлаке стало менее 1 %, а в металле появился кремний (0,7 %). Возможность дополнительного восстановления железа и частичного восстановления кремния при плавлении обусловлена присутствием в восстановленном продукте брикета частиц угля.

При плавлении предварительно восстановленных брикетов в графитовом тигле вместо железа можно получить чугун, а при повышении температуры и

увеличении продолжительности выдержки расплава – даже ферросилиций, содержащий 10...13 % Si. По мере перехода от стали к чугуну, а затем к ферросилицию в металле заметно снижается содержание серы. Если сразу после расплавления в металле содержится около 2 % серы, то в чугуне около 1 %, а в ферросилиции при содержании кремния 12 % содержание серы примерно 0,1 %.

- ☑ Получение чугунных и стальных изделий. Брикеты после твердофазного восстановления в количестве 9,92 кг (из них 8 кг шлама, 1,6 кг угля, 0,32 кг связующего) загружали в лабораторную дуговую печь с графитовой футеровкой и производили жидкофазное разделение на металл и шлак. Масса металла составила 1,69 кг, шлака – 4,3 кг. Выход металла составил 21 % от массы брикетов. Далее металл был расплавлен в индукционной печи и при температуре 1420 °С разлит в чугунный разъемный кокиль. В результате были получены чугунные шары для шаровых мельниц.

Таким образом, высокое содержание серы (1 %) не ухудшило механические свойства чугуна.

Присутствие 1 % меди, которая растворена в феррите, повышает его пластичность и в целом изделия. На основе результатов исследований разработана технология промышленного производства чугуна для литья мелющих тел, подобран комплект серийно выпускаемого оборудования (изготовитель Shangai Minggong Htfvy Eguipment Co., Ltd)

- ☑ Утилизация плавильных шлаков.

Разработана простая и эффективная технология производства пропантов на основе шлаков. Шихта для пропантов представляет собой смесь шлака (порядка 50 %) с добавлением кварцита и отходов, содержащих Al₂O₃. Технологический процесс включает плавление шлака с добавками, центробежное распыление его на гранулы заданного диапазона крупности, термическую обработку, сепарацию. В качестве сырья можно использовать шлаки с широким диапазоном химического состава, однако предпочтительным является сырье с минимальным содержанием оксидов железа и преобладанием кремнезема. Растворимость в растворе соляной кислоты составляет менее 1 %, в смеси соляной и плавиковой кислот – менее 10 %, что соответствует нормативным требованиям. Остальные сталеплавильные шлаки уже с относительно небольшим содержанием оксидов железа подвергаются грануляции и могут использоваться в качестве песка в строительной индустрии, в частности, как заполнители бетонов. Таким образом, разработана общая технологическая схема переработки медеплавильных шлаков и шламов путём извлечения железа – компонента, имеющего наиболее высокую стоимость, с получением востребованных металлических изделий и попутным извлечением цинка, а также глубокой переработки шлаков с получением пропантов для нефтегазовой индустрии и песка для строительной индустрии.



Рис. 1. Мелющие шары



Рис. 2. Вид пропантов

ИЗУЧЕНИЕ РЕГИОНА В КОНТЕКСТЕ ГЛОБАЛЬНО-ИСТОРИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ЦИФРОВОЙ ГУМАНИТАРИСТИКИ (НА ПРИМЕРЕ ЧЕЛЯБИНСКА И ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ)

Руководитель проекта – доктор исторических наук, доцент А.В. Епимахов

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработка модели реконструкции пространственно-исторической локализации региона в контексте глобально-исторических связей различных эпох с помощью методов digital humanities.

ПУБЛИКАЦИИ

11 научных статей

14 докладов на конференциях

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

7 статей в Scopus/WoS

4 статьи в ядро РИНЦ

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- ➔ Выявление источников и формирование эмпирической базы исследования.
- ➔ Использование методов цифровой гуманитаристики для анализа массовых источников и уникальных исторических текстов.
- ➔ Визуализация результатов изучения эмпирической базы исследования.
- ➔ Формирование интерпретационной модели глобально-исторического значения.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

Создание базы данных междисциплинарного характера (исторические источники, литературные произведения, количественные данные и пр.) для анализа вовлеченности в глобально-исторические процессы. Оцифровка текстовых и визуальных источников и их подготовка для анализа методами digital humanities, создания цифровых ресурсов с возможностями их использования научным сообществом в перспективных исследованиях.

Формирование интерпретационной модели значения конкретной территории (современные Челябинск и Челябинская область) в глобально-историческом контексте. Формирование методики анализа глобально-

исторических связей периферийных и транзитных пространств (локусов) – модели реконструкции пространственно-исторической локализации региона в контексте глобально-исторических связей различных эпох.

Визуализация полученных результатов пространственно-исторической локализации конкретной территории методами digital humanities и размещение на платформе научно-исследовательского характера и открытого доступа.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Разработанная интерпретационная и аналитическая модель будет обладать универсальными параметрами для определения значимости периферийных территорий в глобальном контексте в исторической ретроспективе, следовательно, станет важным методологическим инструментом для реализации глобально-исторического подхода. Результаты исследований станут важным материалом для экспертов для формирования актуальной политики по выработке локальной идентичности, брендингу мест, мониторингу процессов трансформации коллективной памяти. Разработанные в результате исследования принципы формирования глобально-локальных баз данных могут стать матрицей для создания цифровых двойников городов и территорий.

3D-модель уникального исторического объекта мировой значимости «Игнатьев-

ская пещера» позволит создать новый инструмент изучения и будет способствовать сохранению памятника. Сайт «Историческая реконструкция Челябинска» (<http://myhist.ru/>) стал площадкой для презентации результатов проекта в публичной сфере.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

В историко-лингвистическом сегменте проекта была разработана и протестирована демо-версия поискового сервиса «Челябинск: корпус исторических локальных текстов» (<https://corpora.susu.ru/>). Сервис позволяет осуществлять поиск информации по ключевым словам, относящимся к событиям, происходившим в городе и за его пределами, социально-историческим параметрам – социальным группам, процессам и структурам. С помощью сервиса можно целенаправленно искать источники личного происхождения или других видов, отражающие события глобального или локального значения. Сервис позволяет интерпретировать субъективные реакции исторических акторов на события глобального характера.

В сегменте исторических исследований было продолжено изучение тем, раскрывающих глобально-исторический модус существования региона –

транснациональных миграций, имперской истории и пр. В алгоритм анализа региона в глобально-историческом контексте были включены изучение подсистемы исторических акторов (кейс имперской биографии переселенческого чиновника П.П. Архипова), транснациональных инфраструктурных проектов (кейс Великого Сибирского пути), глобально-ориентированных культурных интерпретаций (кейс «Челябинск – город миллионник»). Осуществлен ряд прикладных цифровых подпроектов – медиатизация исторического контента в социальных сетях: разработаны и размещены в социальной сети VK научно-популярные материалы исторического характера о строительстве, прохождении через Челябинск Транссибирской железнодорожной магистрали (в интерактивной форме, направленные на популяризацию глобального инфраструктурного проекта, изменившего траекторию исторического развития региона). Сформирован общий алгоритм изучения региона в глобально-историческом контексте.

ПАРТНЕРЫ ПРОЕКТА

- Объединенный государственный архив Челябинской области.
- Центр историко-культурного наследия г. Челябинска.
- Общественный фонд «Южный Урал».
- Институт истории и археологии УрО РАН.
- Институт этнологии и антропологии РАН.

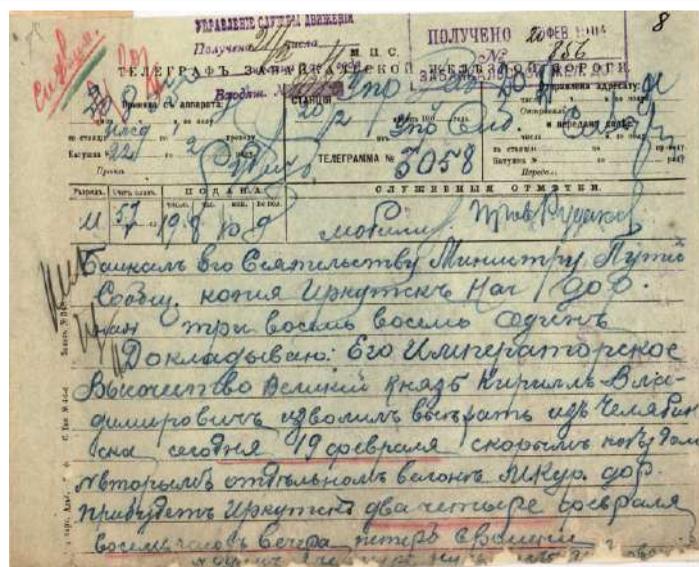


Рис. 1. Телеграмма о выбытии князя Кирилла Владимировича из Челябинска 19 февраля 1904 г. для дальнейшего путешествия по железной дороге - в управление службы движения Забайкальской железной дороги. ОГКУ ГАИО. Ф. 72. Оп. № ОЦ. Д. 1. Л. 8



Рис. 2. Челябинская тепловая электростанция (бывшая электростанция Сименс-Шуккерт). Снимок 1925 г.

МИГРАЦИИ ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ КОЛЛЕКТИВОВ И ИНДИВИДУАЛЬНАЯ МОБИЛЬНОСТЬ В РАМКАХ МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНОГО АНАЛИЗА АРХЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ (БРОНЗОВЫЙ ВЕК ЮЖНОГО УРАЛА)

Руководитель проекта – доктор исторических наук, доцент А.В. Епимахов

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение роли коллективной миграции и индивидуальной мобильности в формировании социально-экономических структур, протекании социальных и культурных процессов.

ПУБЛИКАЦИИ

8 научных статей

7 докладов на конференциях

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

6 статей в Scopus/WoS

2 статьи в РИНЦ

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- ➔ Создание карты соотношений изотопов стронция $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ на территории Южного Урала.
- ➔ Отбор образцов от различных биологических носителей с учетом геологической структуры региона.
- ➔ Создание базы данных изотопных вариаций стронция в археологических материалах, полученных из памятников различных этапов бронзового века Южного Урала.
- ➔ Создание базы данных изотопных вариаций азота, углерода, кислорода в фоновых образцах из различных природных зон и археологических образцах.
- ➔ Соотнесение значений, полученных по фоновым и археологическим образцам.
- ➔ Интерпретация полученных результатов с привлечением актуальных исследований в области сравнительно-типологического анализа погребальных традиций, инвентаря, остеологии, антропологии, генетики и иных дисциплин, связанных с проблемами мобильности и миграций в древних сообществах.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

Создание базы данных фоновых и археологических образцов для Южного

Урала в соответствии с геологическим делением, вариативностью местных значений и относительной хронологической позицией памятников археологии. Сопоставление фоновых и археологических значений, интерпретация полученных данных с привлечением всех известных сведений о мобильности и миграции на разных этапах позднего бронзового века. Формирование набора гипотез о причинах, механизмах, масштабах и характере передвижений отдельных людей, больших и малых социальных групп, одомашненных животных, продуктов обмена. Результаты будут представлены в формате интернет-ГИС.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Создаваемая в рамках проекта карта локальной вариативности изотопов стронция позволит оценить степень мобильности и диагностировать миграции для разных археологических эпох. Выработанная методика создания такого рода ГИС-ресурсов, применения методов геостатистики может быть использована для любых территорий с вариативной геологической структурой. Для разработок в данной области важны также статистически достоверные выводы о репрезентативности разных источников биодоступного стронция.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

В отчетном году произведено расширение карты фоновых значений к востоку в рамках ранее сформулированной стратегии отбора (10 локаций, 40 образцов). Впервые проведены массовые измерения состава изотопов стронция в биологических остатках людей и животных бронзового века Южного Зауралья. Диагностированы индивиды, происхождение которых не связано с местом упокоения и захоронения. Обозначены методы разграничения вклада биогенных и диагенетических процессов в итоговый сигнал. Хронологические аспекты проблематики связаны с байесовским моделированием в рамках отдельных памятников и культурных традиций эпохи бронзы. В итоге удалось существенно скорректировать существующие системы периодизации, отказавшись от

монолинейной схемы смены культур в регионе. Доказан пришлый характер федоровского населения, которое на протяжении длительного периода сосуществовало с алакульским. В изучении истории горного дела Зауралья достигнут существенный прогресс за счет радиоуглеродного датирования биологических материалов, обнаруженных в ходе раскопок шахт и карьеров. Вопреки ранее высказанным гипотезам выяснено, что эксплуатация местных источников полиметаллических руд продолжалась на протяжении всего II тыс. до н.э., а не только в период первоначального освоения степной зоны носителями синташтинских и петровских традиций.

ПАРТНЕРЫ ПРОЕКТА

- ☑ Институт истории и археологии УрО РАН.
- ☑ Институт геологии и геохимии им. ак. А.Н. Заварицкого УрО РАН.
- ☑ Институт минералогии ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН.
- ☑ Институт экологии растений и животных УрО РАН.
- ☑ Институт истории материальной культуры РАН.

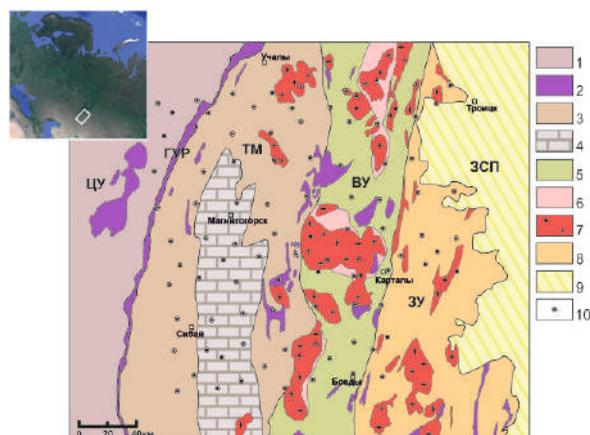


Рис. 1. Схема геологического строения Южного Урала с сеткой отбора фоновых образцов (ЦУ – Центрально-Уральская мегазона, ГУР – зона Главного Уральского разлома, ТМ – Тагило-Магнитогорская мегазона, ВУ – Восточно-Уральская мегазона, ЗУ – Зауральская мегазона, ЗСП – Западно-Сибирская платформа)



Рис. 2. Алакульские (I) и федоровские (III) погребальные памятники



Рис. 3. Древний рудник Ворковская Яма

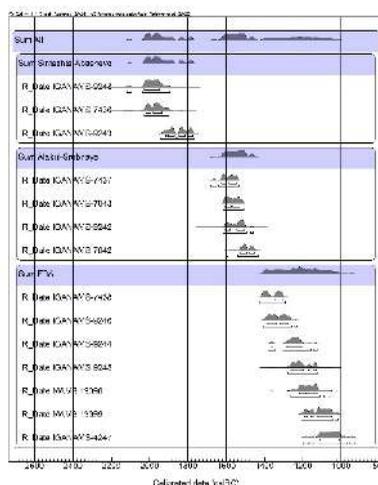


Рис. 4. Хронология горного дела Южного Зауралья. Результаты байесовского моделирования

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ ЭФФЕКТИВНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК НА ОСНОВЕ ИНКАПСУЛЯЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ДРОЖЖИ *SACCHAROMYCES CEREVISIE*

Руководитель проекта – доктор технических наук, профессор И.В. Калинина

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработка нового подхода, раскрытие принципов и закономерностей процесса инкапсуляции биофлавоноидов в клетки дрожжей *Saccharomyces cerevisie* и оценка эффективности полученной биологически активной добавки в рамках доклинических исследований с применением методов *in vitro*, *in silico*, *in vivo*.

ПУБЛИКАЦИИ

4 научные статьи

3 научных доклада на конференциях

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

1 статья в Scopus

1 статья в журнале из перечня RSCI

2 статьи в журналах из перечня ВАК

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- ➔ Установить эффективные режимы и условия процесса инкапсуляции для различных биофлавоноидов и используемых подходов инкапсуляции (наиболее приемлемые значения pH, температуры, продолжительность инкапсуляции, аэрация и т. д.).
- ➔ Исследовать эффективность инкапсуляции, физико-химические свойства полученных (инкапсулированных) биофлавоноидов.
- ➔ Установить принципы и закономерности инкапсуляции биофлавоноидов в исходном и модифицированном виде в клетки дрожжей *Saccharomyces cerevisie*.
- ➔ Получить новые функциональные ингредиенты, обеспечивающие эффективную доставку биологически активных веществ в организм человека.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

В результате выполнения проекта будут получены новые знания в области инкапсуляции биофлавоноидов в дрожжи *Saccharomyces cerevisie*, что позволит создать эффективные функциональные пищевые ингредиенты (ФПИ) и биологически активные добавки (БАД), способные проявлять выраженные функциональные свойства и отвечать заявленным требованиям по биоактивности и биодоступности.

Ожидаемые результаты соответствуют мировому уровню исследований в области создания новых эффективных БАД, поскольку они обладают большим потенциалом для дальнейшего использования в качестве ФПИ в составе пищевых систем, специализированных продуктов питания, кормов и т. д.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Результаты выполнения проекта представляют потенциальный интерес для предприятий пищевой промышленности, производящих продукты функционального и специализированного назначения, а также производителей БАД.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

- ☑ Изучены общие морфологические, структурно-механические и физико-химические свойства выбранных для инкапсуляции биофлавоноидов: морфология, растворимость, дисперсный состав, липофильность, антиоксидантная активность,

потенциальная биодоступность и биоактивность (в модели переваривания *in vitro*).

- ☑ Установлены эффективные режимы ультразвукового воздействия для микроструктурирования биофлавоноидов.
- ☑ Определены эффективные параметры процесса инкапсуляции (соотношения веществ для образова-

ния комплексов, температура, pH, время протекания отдельных этапов инкапсуляции и т. д).

ПАРТНЕР ПРОЕКТА

- ☑ ИТМО (факультет биотехнологий).

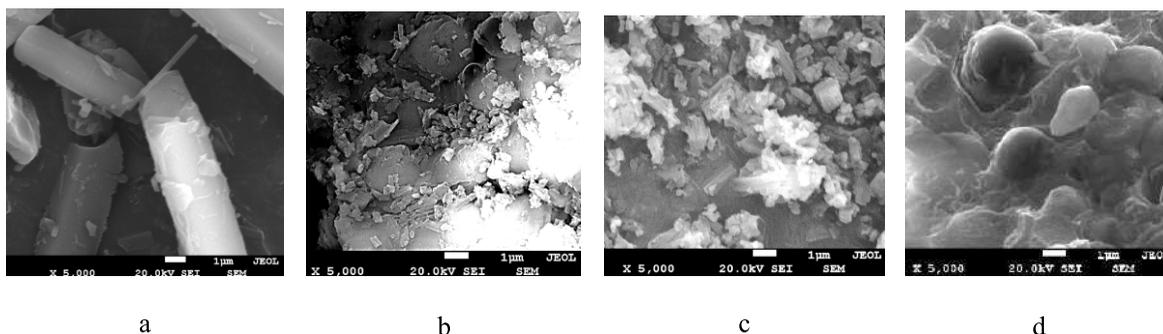


Рис. 1. Морфология исходных и инкапсулированных форм биофлавоноидов (сканирующая электронная микроскопия, Jeol JSM-7001F), 5000:

- a – таксифолин (исходная форма)
- b – таксифолин, инкапсулированный в клетки дрожжей
- c – рутин (исходная форма)
- d – рутин, инкапсулированный в клетки дрожжей

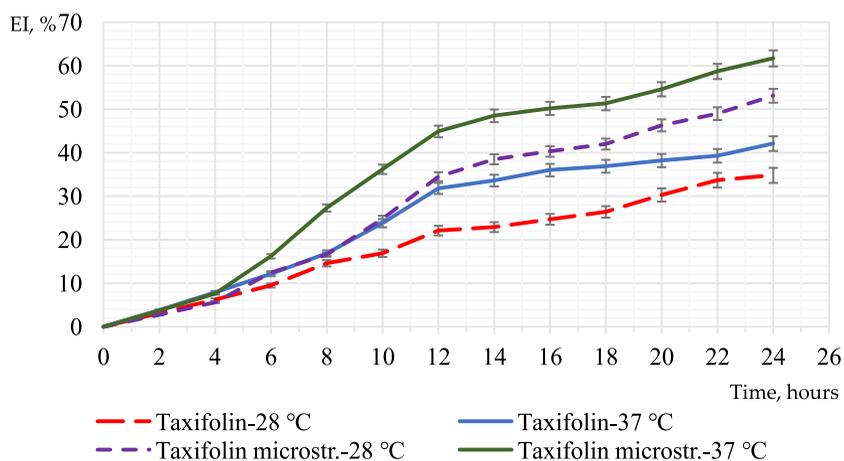


Рис. 2. Динамика эффективности инкапсуляции образцов таксифолина в дрожжевые клетки *Saccharomyces cerevisiae*

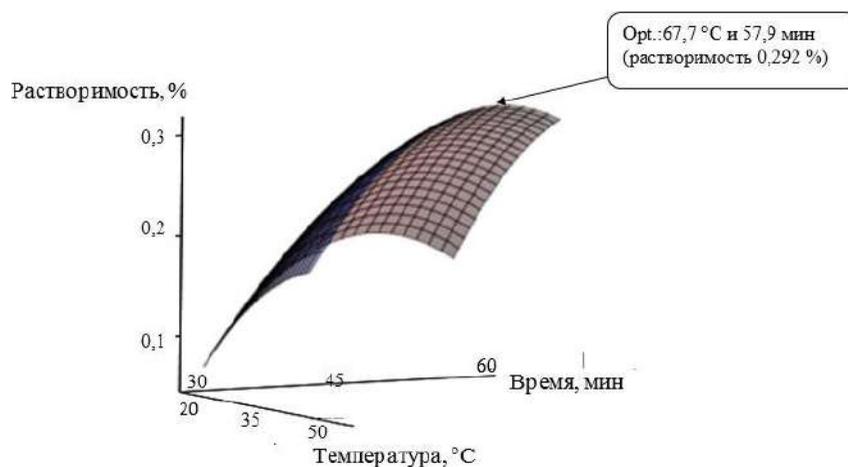


Рис. 3. Оптимизация условий растворения таксифолина в воде (результаты двухфакторного регрессионного анализа, MathCad 14.0)

БИФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЭМУЛЬСИИ ПИКЕРИНГА НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ЧАСТИЦ ДЛЯ ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Руководитель проекта – доктор технических наук, профессор И.Ю. Потороко

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Эмульсии, стабилизированные натуральными органическими эмульгаторами, весьма привлекательны для пищевой промышленности, прежде всего, с точки зрения технологичности и полезности. Новые биоактивные пищевые ингредиенты должны обладать стабильностью исходных свойств и обеспечивать функциональность конечного продукта.

ПУБЛИКАЦИИ

10 научных статей

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

3 статьи в Scopus

4 статьи в журналах из перечня RSCI

ЗАДАЧА ПРОЕКТА

- ➔ Применимость нетепловых эффектов ультразвукового воздействия в качестве инструмента для получения биоактивной коллоидной системы эмульсии Пикеринга при использовании в качестве структурирующих компонентов полисахаридов бурых водорослей. Полученные в ходе реализации проекта научные знания позволят проектировать бифункциональные пищевые эмульсии с учетом их технологических свойств и применимости в производстве продуктов питания.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- ➔ Разработаны новые технологии получения физически и химически стабильных, устойчивых в хранении эмульсий с применением технологий Пикеринга, содержащих сонохимически микроструктурированные биоактивные полисахариды.
- ➔ В концептуальном плане будет обосновано представление о влиянии нетепловых эффектов ультразвука для модификации поликомпонентных биоактивных веществ и изучены механизмы их взаимодействия в системе эмульсии Пикеринга и конечном продукте.
- ➔ Эффективность предлагаемого подхода будет подтверждена подбором рациональных режимов сонохимического микроструктурирования полисахаридов бурых водорослей для регулирования

свойств обогатителей (снижение молекулярной массы, повышение устойчивости суспензий, увеличение биоактивности).

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

На основании полученных результатов будут разработаны конструкции нагруженных сонохимически модифицированными биоактивными полисахаридами эмульсии Пикеринга. Это позволит в дальнейшем прогнозировать степень обеспечения эффективности различных ингредиентов в составе пищевых систем, в том числе с позиций технологической пригодности.

На основании полученных результатов можно будет рассматривать предложенные технологические подходы с новых позиций. Данный проект является экспериментальной работой, направленной на получение результатов, которые в дальнейшем будут полезны для транслирования в производственных условиях.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

- ☑ Разработан метод микроструктурирования монобиоактивных компонентов на основе ультразвукового воздействия.

- ☑ Установлены рациональные режимы ультразвукового воздействия для получения эмульсий Пикеринга, нагруженных биоактивными веществами бурых водорослей.
- ☑ Получены результаты влияния сонохимического микроструктурирования на дисперсный состав, антиоксидантную активность, показатели безопасности полисахаридов бурых водорослей.
- ☑ Установлены корреляции структуры и свойств сонохимически микроструктурированных полисахаридов бурых водорослей с их биоактивностью и биодоступностью в составе эмульсий Пикеринга.

- ☑ Получен массив данных разработанных комплексов по показателям устойчивости и стабильности эмульсий Пикеринга к окислительной порче и сохранения заявленных значений биоактивности.

ПАРТНЕРЫ ПРОЕКТА

- ☑ СФНЦ «Агробиотехнологий» РАН РФ.
- ☑ ООО «Линум», Россия.

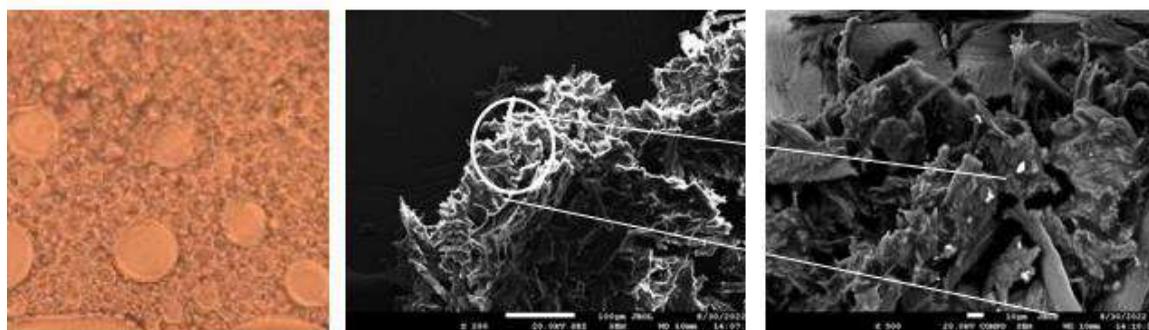


Рис. 1. Эмульсия Пикеринга, стабилизированная Alg-Na

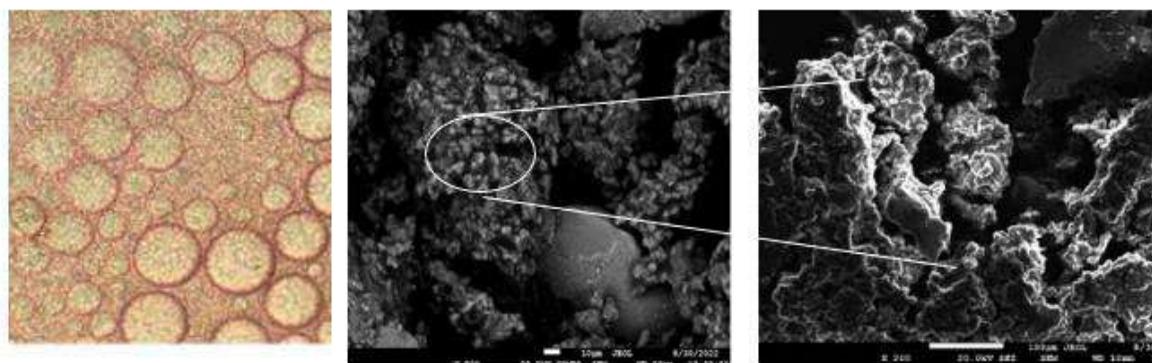


Рис. 2. Эмульсия Пикеринга, стабилизированная фукоиданом

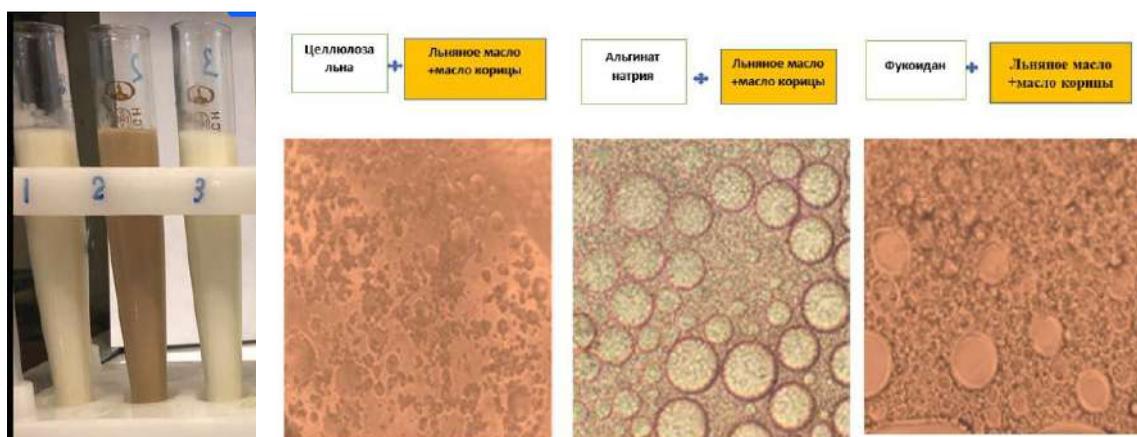


Рис. 3. Микрофотографии (увеличение: 1500x) частиц структурообразующих композитов в системе эмульсии Пикеринга на основе льняного масла

ПРИХОЖАНЕ ЗЛАТОУСТОВСКОГО КОСТЕЛА И ИХ РОЛЬ В СОЦИАЛЬНОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ГОРНОЗАВОДСКОЙ ЗОНЫ ЮЖНОГО УРАЛА В КОНЦЕ XIX – НАЧАЛЕ XX ВВ.

Руководитель проекта – доктор исторических наук, профессор А.Н. Андреев

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Проект нацелен на системное решение вопроса о социальном и национальном облике католического населения Златоуста и Златоустовского горного округа в конце XIX – начале XX столетий, оценку роли прихожан златоустовского костела в социальной модернизации горнозаводского края.

ПУБЛИКАЦИИ

1 научная
статья

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

1 статья
в РИНЦ

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- ➔ Анализ метрических книг златоустовского костела (книг записей о крещении, венчаниях и погребениях с 1899 по 1916 г.). Выявление персонального состава католического прихода в Златоусте. Определение национального, сословного и социопрофессионального состава златоустовских католиков.
- ➔ Выявление и анализ родственных и духовно-родственных отношений златоустовских католиков, круга их общения и профессионального взаимодействия через практику кумовства.
- ➔ Исследование сложившихся в Златоусте и Златоустовском горном округе межконфессиональных связей в форме крестного родства и браков с представителями других конфессий.
- ➔ Воссоздание коллективного социального портрета католиков, проживавших в горнозаводской зоне Южного Урала на рубеже XIX–XX веков.
- ➔ Подготовка единого (сводного) словаря лиц, упоминаемых в метрических книгах римско-католической церкви Златоуста в конце XIX – начале XX столетия.
- ➔ Оценка роли златоустовских католиков в социальной и технологической модернизации Южно-Уральского региона.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

Создание «объемной» модели иностранного социума горнозаводской зоны Южного Урала в конце XIX – начале XX вв. Установление величин, характеризующих развитие католического прихода в Златоусте, – таких, как численность католиков, территориальные границы прихода, объемы конфессиональной деятельности. Формирование и публикация базы данных златоустовских католиков с массой новых сведений об их жизни и деятельности на Южном Урале.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Полученные результаты могут быть использованы при оказании образовательных услуг студентам, обучающимся по направлениям «История» и «Теология», путем внедрения в образовательный процесс. База данных католиков будет полезной при генеалогических поисках. Выводы могут быть учтены при решении современных проблем межнационального и межконфессионального взаимодействия в России и на Южном Урале, востребованы в университетской и музейной выставочной и просветительско-воспитательной деятельности.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

- ☑ На основе метрических реестров сформирована и опубликована в свободном доступе в сети Интернет база данных златоустовских католиков, посредством которой введены в научный оборот сведения о более чем трех тысячах южноуральцев – златоустовцах, челябинцах, жителях заводских поселков и окрестных сел западноуральского или иноземного происхождения, составлявших единую религиозную структуру.
- ☑ Массив данных о католиках прихода изучен методами выборочной и дескриптивной статистики. В результате были выявлены национальная и социальная структуры католического населения Златоуста и златоустовской горнозаводской зоны, включавшей в себя Миасский, Кусинский, Саткинский, Усть-Катавский, Катав-Ивановский, Миньярский заводы и ближайшие к ним населенные пункты, а также поселки Верхнеуральского уезда.
- ☑ Выяснено, что златоустовский приход был многонациональным: в него входили поляки, белорусы, литовцы, украинцы, немцы, бельгийцы, французы, чехи и представители иных национальностей. Однако самой многочисленной национальной группой католиков в 1899–1916 гг. были поляки. Их доля среди мужской части общины, зафиксированной метриками, находилась в пределах 46,1–54,5 %. Примерно в равных частях в католическом сообществе были представлены немцы (11,3–12,5 %) и белорусы (9,5–13 %).
- ☑ Социальный (сословный) состав златоустовской общины признан сбалансированным и равномерным. Среди учтенных в базе данных католиков

мужского пола наибольшей была доля крестьян (порядка 38 %), однако крестьяне в Златоусте и его окрестностях не столь существенно преобладали над представителями других сословий, как это было в челябинской городской общине и в приходе челябинского костела. Дворяне (личные и потомственные) составляли 31 % выявленных взрослых мужчин-католиков, мещане – примерно 27 %.

- ☑ Показатель младенческой смертности (детей в возрасте до одного года) среди католиков Златоуста и его горнозаводской зоны в 1899–1916 гг. составлял всего 10,9 %. Процент детей, прижитых вне венчанного брака, в приходе Златоуста также был очень низким – 1,43 %. На протяжении всей своей истории католическая община Златоуста состояла преимущественно из семейных пар. Статистика рождений и смертей показывает, что община обеспечивала свое стабильное существование за счет естественного воспроизводства, так как рождаемость в два раза превышала смертность.
- ☑ Установлено, что к концу XIX века златоустовский католический приход являлся крупнейшим социальным и религиозным образованием, состоявшим, по приблизительным оценкам, из двух тысяч человек обоего пола. Однако выделение из его состава уфимского прихода (в конце 1890-х годов), а затем и челябинского (в 1903 г.) привело к сокращению его численности и территориальных границ. Объемы конфессиональной жизни в приходе сократились в пять раз (примерно на 80 %). Если к 1902 г. число прихожан в костеле Златоуста могло составлять тысячу взрослых мужчин и женщин, то в 1903–1912 гг. оно сократилось примерно до 200–300 человек. При этом костел, вбравший в себя массу квалифицированных специалистов из разных отраслей хозяйства, продолжал играть важную роль в жизни региона.

ПАРТНЕР ПРОЕКТА

- ☑ Центральный государственный исторический архив г. Санкт-Петербурга.



Рис. 1. Станция Златоуст, в окрестностях которой проживало много католиков. Фотография С.М. Прокудина-Горского. 1910 г.



Рис. 2. Панорама города Златоуста с видом на римско-католическую церковь. Фотография С.М. Прокудина-Горского. 1910 г.



Рис. 3. Немецкая улица в Златоусте, где жили немецкие оружейники – католики и лютеране.

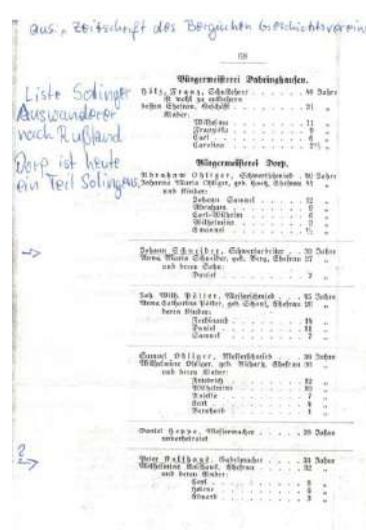


Рис. 4. Выписка из адресной книги Золингена об отъезде немецких мастеров в Россию. 1814 г.

АРХИТЕКТУРА СОЦИУМА И ДУХОВНАЯ КУЛЬТУРА КОЧЕВНИКОВ ЮЖНОГО УРАЛА В РАННЕМ ЖЕЛЕЗНОМ ВЕКЕ

Руководитель проекта – доктор исторических наук А.Д. Таиров

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Комплексная реконструкция вертикальной, гендерно-возрастной, семейно-родственной, профессиональной структур ранних кочевников Южного Урала в системе с элементами духовной культуры.

ПУБЛИКАЦИИ

3 научные статьи

3 научных доклада на международных конференциях

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

3 статьи в Scopus

1 статья в РИНЦ

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- Анализ погребальных памятников с целью выделения маркеров вертикального статуса – возрастной, гендерной, профессиональной принадлежности погребенных, с последующим выделением обрядовых групп.
- Работа с опубликованными и архивными источниками. Комплексная характеристика памятников ранних кочевников Южного Урала.
- Создание баз данных, ориентированных на систематизацию и хранение информации, связанной с социальными характеристиками погребенных.
- Проведение анализа погребальных памятников, в том числе определение маркеров вертикального статуса, гендерной принадлежности, возраста, профессиональной аффилиации, выявление погребений ритуальных специалистов.
- Сравнение археологических данных по ранним кочевникам Южного Урала с этнографическими данными по культуре кочевых в недавнем прошлом народов Центральной Евразии (башкиры, казахи, калмыки).
- Синтез полученной информации и создание стройной концепции социальной структуры, включая реконструкцию элементов духовной сферы.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- Выявление обрядовых групп (по возрасту, гендеру, вертикальному статусу, профессиональной принадлежности погребенных) в могильниках раннего железного века Южного Урала на основе создания и анализа базы данных «Могильники раннего железного века на территории Южного Урала», содержащей сведения о локализации и структуре погребальных сооружений, составе и/или композиции сопроводительных артефактов, палеоантропологические данные.
- Интерпретация социального содержания каждой обрядовой группы (группы с различным вертикальным статусом, гендерные группы, возрастные группы, ритуальные специалисты, воины) и взаимоотношений между ними.
- Социальная характеристика обществ раннего железного века Южного Урала в сочетании с элементами реконструкции духовной культуры.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Реализация проекта будет иметь большое значение для популяризации и визуализации знаний по истории родного края; результаты могут

использоваться для подготовки учебных курсов для студентов и школьников, организации музейных экспозиций и выставок, публичных лекций и исторических парков.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

- ☑ Проведен сбор информации по социальной структуре и духовной культуре населения Южного Урала.
- ☑ Получены результаты радиоуглеродного датирования погребальных памятников, изотопного анализа диеты ранних кочевников. Проводится анализ дерева, кожи, красок, черного и цветного металла,

обнаруженных в погребениях. Направлены материалы для генетических исследований кочевников раннего железного века Южного Урала.

- ☑ Создана база данных, ориентированная на систематизацию и хранение информации, связанной с гендерно-возрастными характеристиками погребенных.
- ☑ Проведен сбор этнографической информации по традиционным элементам духовной культуры кочевых и полукочевых в недавнем прошлом народам Центральной Евразии.
- ☑ Проведено структурно-аналитического исследования основных элементов погребального обряда населения раннего железного века степной зоны Южного Урала.

ПАРТНЕР ПРОЕКТА

- ☑ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова.

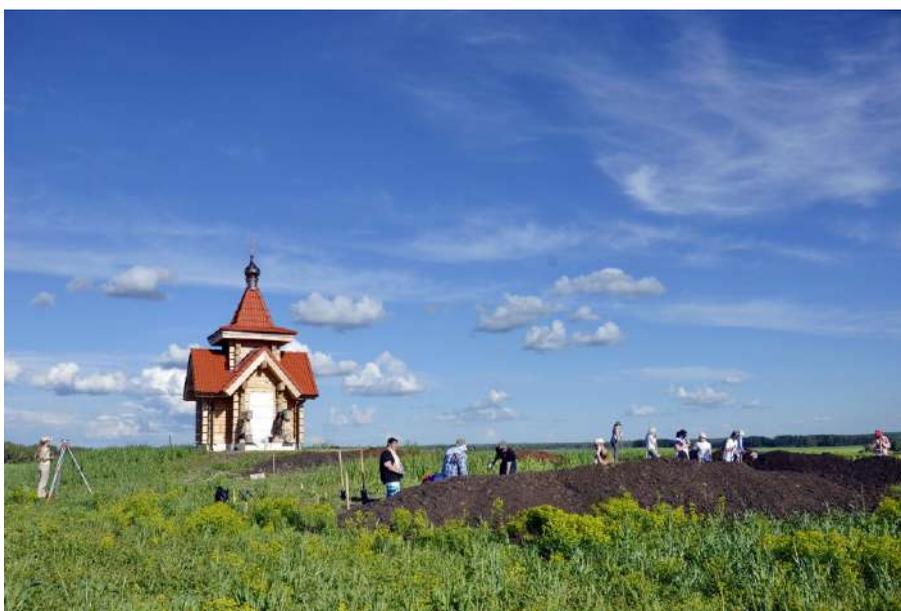


Рис. 1. Раскопки некрополя Актюба в Красноармейском районе Челябинской области



Рис. 2. Прожилки мелкозернистых агрегатов киновари в грунте со дна могильной ямы 1 кургана 5 могильника Кичигино I

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В ТРОЙНЫХ КОМПЛЕКСАХ «РАСТУЩИЙ ПЕПТИД- РИБОСОМНЫЙ ТУННЕЛЬ- АНТИБИОТИК»

Руководитель проекта – кандидат химических наук Г.И. Макаров

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Настоящий проект посвящён изучению взаимодействия растущего пептида со стенками рибосомного туннеля, вакантного и связавшего антибиотик.

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

➔ Предлагаемое исследование должно приискать ответы на давно поставленные исследовательским сообществом вопросы о том, как рибосомный туннель может задерживать определённые аминокислотные последовательности, как влияют на эту способность различные антибиотики, действующие на рибосомный туннель, и как влияют связавшиеся в рибосомном туннеле аминокислотные последовательности на аллостерические сети рибосомы. Кроме описанного фундаментального значения результаты исполнения проекта позволят предложить принципы структурно обоснованной разработки новых антибактериальных соединений, способных преодолевать бактериальную резистентность.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

В результате выполнения проекта мы ожидаем получить структуры тройных комплексов «эритромицин – A/A,P/P-рибосома *E. coli* – стоп-пептид ErmBL», «хлорамфеникол – A/A,P/P-рибосома *E. coli* – стоп-пептид cat86AL», «хлорамфеникол – A/A,P/P-рибосома *E. coli* – стоп-пептид CmlAL» и комплекса стоп-пептида SecM с рибосомой в каноническом

A/A,P/P-состоянии и описать реакции аллостерических сетей рибосомы на связывание стоп-пептидов в рибосомном туннеле. Ожидаемые нами результаты позволят объяснить особенности механизмов действия клинически важных антибиотиков на рибосому, выявляя взаимное влияние растущего пептида, антибиотика и аллостерических сетей рибосомы.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Полученные в результате исполнения проекта сведения необходимы для разработки новых антибактериальных препаратов, способных преодолевать бактериальную резистентность, что особенно актуально, если учитывать все более широкое распространение патогенов, устойчивых к употребляемым антибиотикам.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

☑ В 2022 году смоделирована структура рибосомы *E. coli*, связавшей в рибосомном туннеле лидерный пептид SecM. При этом выявлены стабильные межмолекулярные взаимодействия между стенками

рибосомного туннеля и высококонсервативными остатками пептида SecM, отвечающие за его распознавание рибосомным туннелем. При этом обнаружено смещение ССА-конца пептидил-тРНК вверх вдоль оси туннеля, сопровождающееся расхождением субстратов пептидилтрансферазной

реакции, которое должно приводить к останову трансляции. Найденное смещение пептидил-тРНК согласуется с известными данными криоэлектронной микроскопии.

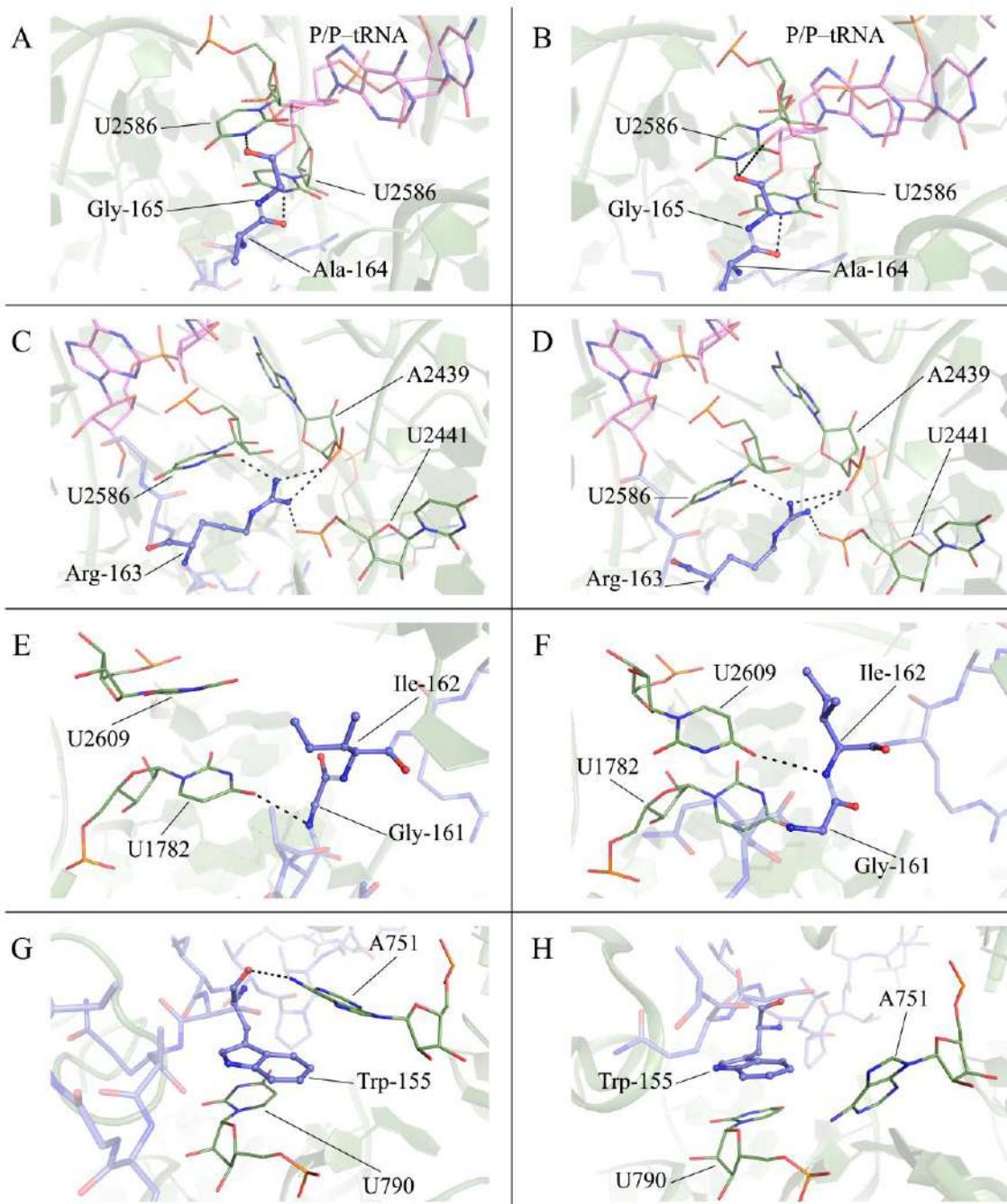


Рис. 1. Конформации остатков SecM в их взаимодействии с остатками 23S рРНК, слагающими рибосомный туннель. Лидерный пептид SecM в целом показан прозрачными синими стержнями, рассматриваемые остатки SecM — сплошными синими стержнями и шарами. Остатки 23S рРНК показаны зелёными стержнями. Водородные связи показаны чёрным пунктиром. А: Ala-164 и Gly-165 в I конформации. В: Ala-164 и Gly-165 во II конформации. С: Arg-163 в I конформации. D: Arg-163 во II конформации. E: Gly-161 и Ile-162 в I конформации. F: Gly-161 и Ile-162 во II конформации. G: Trp-155 в I конформации. H: Trp-155 во II конформации

ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИНКАПСУЛЯЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ МЕТОДОМ КОМПЛЕКСНОЙ КОАЦЕРВАЦИИ

Руководитель проекта – кандидат технических наук, доцент **Р.И. Фаткуллин**

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Описание механизмов влияния эффектов ультразвука на структуру и свойства природного антиоксиданта таксифолина в исходной и инкапсулированной форме с позиций сохранения биодоступности и биоактивности в составе пищевых систем.

ПУБЛИКАЦИИ

7 научных статей

3 научных доклада на конференциях

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

2 статьи в Scopus

2 статьи в журналах из перечня RSCI

3 статьи в журналах из перечня ВАК

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- ➔ Разработка нового подхода ультразвуковой инкапсуляции растительного полифенола таксифолина в гидрокси-пропил-циклодекстрин в нативном виде и с использованием предварительного микроструктурирования.
- ➔ Определение роли ультразвука в формировании конъюгатов и изменении их свойств, в том числе растворимости, липофильности, биодоступности и биоактивности и др.
- ➔ Изучение ассоциативных взаимодействий в системах конъюгатов на основе таксифолина и циклодекстрина.
- ➔ Оценка адаптации разработанного ингредиента (таксифолина, инкапсулированного в гидрокси-пропил-циклодекстрин) в системе пищевого продукта (на примере безалкогольных напитков, кисломолочных напитков и хлебобулочных изделий) и оценка его эффективности как функционального пищевого ингредиента.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- ➔ В результате выполнения проекта планируется решить конкретную фундаментальную задачу: установить механизмы сонохимической

инкапсуляции растительного полифенола таксифолина в гидрокси-пропил-циклодекстрин и механизмы трансформации полученных соединений в составе сложных пищевых систем.

- ➔ Будут отработаны режимы ультразвукового воздействия, наиболее эффективные для инкапсуляции таксифолина в гидрокси-пропил-циклодекстрин, позволяющие сохранить его биодоступность и биологическую активность в процессе инкапсуляции, встраивания в систему продукта и при пищеварении.
- ➔ Будет оценена возможность прогнозирования фармакобиологических механизмов воздействия инкапсулированной формы таксифолина в составе пищевого продукта. Результаты научного проекта будут способствовать получению новых научных знаний о молекулярных механизмах адаптации новых форм функциональных пищевых ингредиентов в системе пищевого продукта.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Результаты выполнения проекта представляют потенциальный интерес для предприятий пищевой промышленности, производящих продукты функционального и специализированного назначения, а также производителей БАД.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

- ☑ Разработана технология обогащения кисломолочного напитка инкапсулированными формами таксифолина.
- ☑ Изучено влияние инкапсулированного таксифолина на биотехнологические процессы, качество и

функциональные свойства кисломолочных продуктов, хлебобулочных изделий.

- ☑ Проведены исследования стабильности свойств исходного и инкапсулированного таксифолина в составе безалкогольных напитков при использовании процедур ускоренного старения.
- ☑ Проведена оценка эффективности функциональных свойств разработанных продуктов в комплексной модели переваривания *in vitro*.

ПАРТНЕР ПРОЕКТА

- ☑ ООО «АДК Технологии», г. Екатеринбург (совместная публикация).

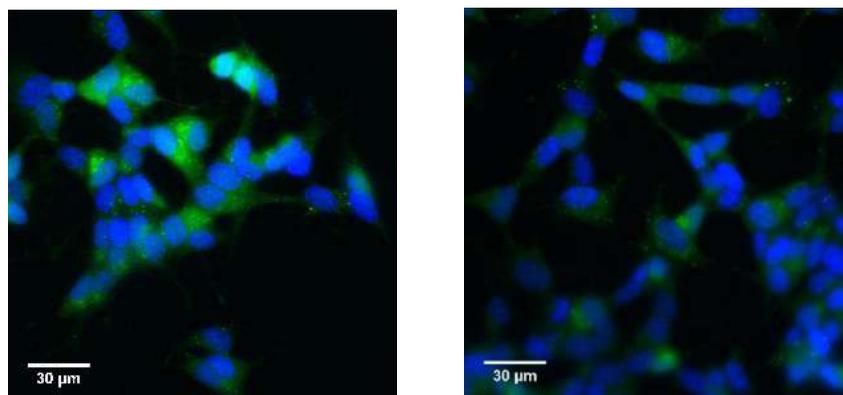


Рис. 1. Визуализация изменения флуоресценции клеточных культур недифференцированной нейробластомы в процессе исследования ингибирования АФК

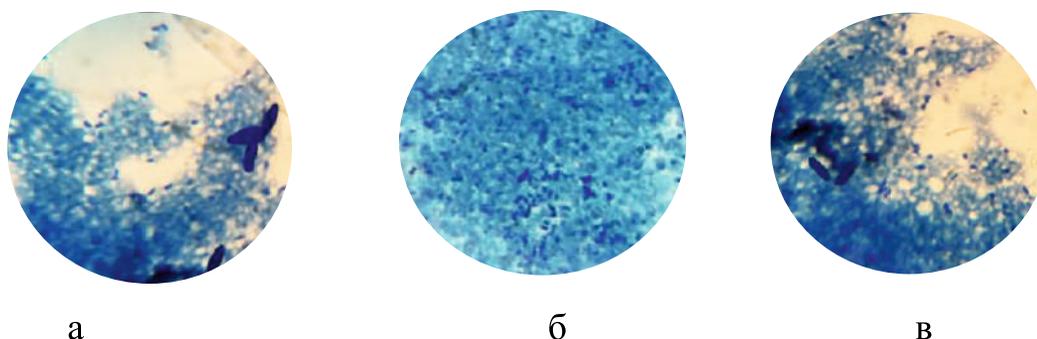


Рис. 2. Характерный вид микрофлоры в образцах кисломолочных напитков (фиксированные препараты, окраска комбинированным фиксатором увеличение 1500): а- контроль; б – напиток с таксифолином в исходной форме; в - напиток с таксифолином в инкапсулированной форме

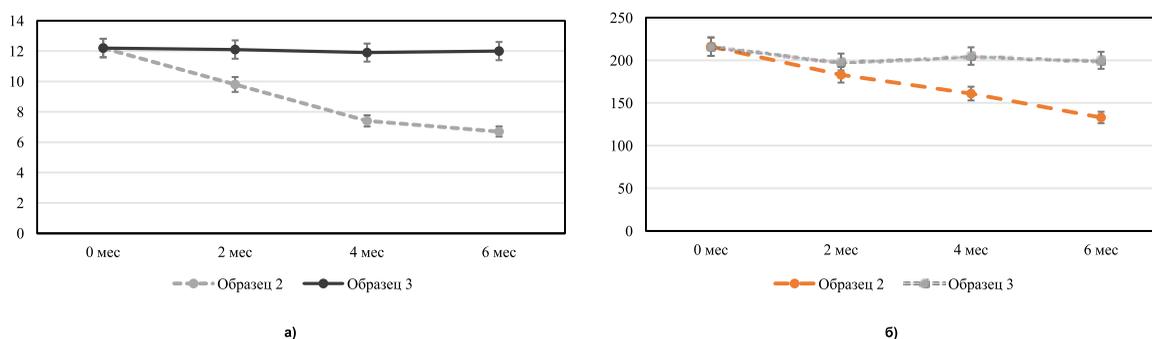


Рис. 3. Динамика показателей АОА и содержание флавоноидов в образцах безалкогольных напитков: а – содержание флавоноидов, мг; б – АОА, DPPH, %

ПЕРЕПРОФИЛИРОВАНИЕ ЛЕКАРСТВ И ПРОВЕРКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРОТИВ ОСНОВНОЙ ПРОТЕАЗЫ И РНК-ЗАВИСИМОЙ РНК-ПОЛИМЕРАЗЫ SARS-COV2

Руководитель проекта – доктор химических наук М.А. Гришина

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Перепрофилерование известных лекарственных средств для лечения COVID-19 на основе создания и развития комбинированных компьютерных технологий континуального исследования молекулярного интерьера и экстерiors для решения задач хемоинформатики, 3D/4D-QSAR и QSPR с учетом ADMET свойств.

ПУБЛИКАЦИИ

13 научных статей

1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

13 статей в Scopus

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- ➔ Создание моделей для прогноза противовирусной активности в мультikonформационно-мультитаутомерном режиме с использованием алгоритмов BiS, CiS и CoMIn.
- ➔ Разработка высокопрогностических моделей для оценки ADMET-свойств молекул и возможности их синтеза.
- ➔ Разработка полифармакологической модели для прогнозирования противовирусной активности соединений на основе известных данных.
- ➔ Разработка новых подходов 3D/4D QSAR на основе молекулярного интерьера и экстерiors.
- ➔ Молекулярный докинг для определения особенностей активных соединений.
- ➔ Квантовые расчеты для комплексов «лекарство – фермент» для выяснения тонких особенностей электронной структуры активных веществ.
- ➔ Молекулярный дизайн новых кандидатов в лекарства.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- ➔ Проведен тотальный 3D/4D QSAR виртуальный скрининг соединений баз данных DrugBank, BRENDA-ONLINE и FooDB в рамках методов

BiS, CiS, ConGO, CoMIn-соединений в мультikonформационно-мультитаутомерном режиме.

- ➔ Выявлены фармакофорные, анти-фармакофорные и балластные части потенциальных противовирусных средств.
- ➔ Смоделирован метаболизм лекарственных средств, выявлены возможные токсичные метаболиты для дальнейшего предотвращения нежелательных последствий.
- ➔ Определены биологические мишени для противовирусного действия средствами биоинформатики.
- ➔ Смоделированы комплексы «рецептор-лиганд», молекулярный докинг потенциальных противовирусных соединений. Выявлены характерные черты высокоактивных соединений.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Предложены новые кандидаты в лекарства против SARS-CoV2.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В 2022 г.

- ☑ Выполнено создание программного обеспечения для анализа комплементарности в комплексах биомишеней с

лигандами на основе оригинального усовершенствованного метода AlteQ. В рамках реализации проекта был осуществлен поиск лекарственных соединений, перспективных для лечения новой коронавирусной инфекции. Выполнен высокопроизводительный виртуальный скрининг соединений баз данных с учетом мультikonформационного и мультитаутомерного состояния против следующих мишеней SARS CoV-2: 3CLPro, PLPro, RdRp, геликаза, NendoU, ExoN и 20MT.

ПАРТНЕРЫ ПРОЕКТА

Группы под руководством:

- ✓ 1) Anil Chuturgoon, University of KwaZulu-Natal (Южно-Африканская Республика);
- ✓ 2) Lindomar Jos Pena, Funda o Oswaldo Cruz (Fiocruz)-PE/Centro de Pesquisas Aggeu Magalh es (CPqAM) Departamento de Virologia e Terapia Experimental (LAVITE) (Бразилия);
- ✓ 3) Dhruv Kumar, Amity Institute of Molecular Medicine & Stem Cell Research (Индия).

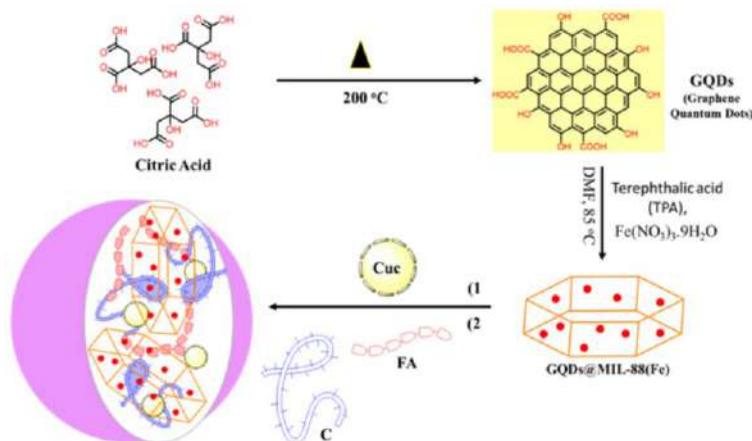


Рис. 1. Взаимодействие рецептор-лиганд

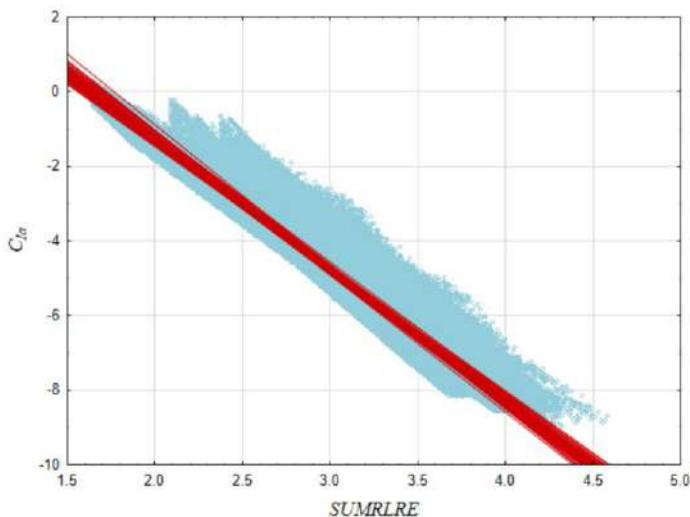


Рис. 2. Оценка комплементарности лигандов вирусной основной протеазы 3CLpro

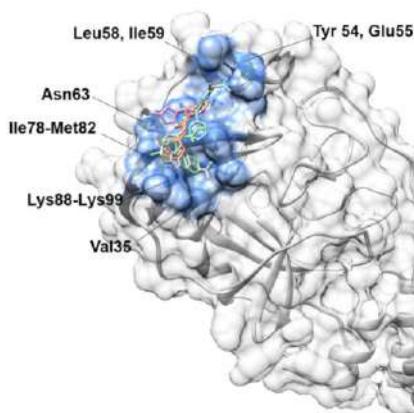


Рис. 3. Сайт связывания вирусной основной протеазы 3CLpro

КАЗАКИ ЧЕЛЯБИНСКА ВО ВТОРОЙ ЧЕТВЕРТИ XVIII – ПЕРВОЙ ЧЕТВЕРТИ XX в.: ФОРМИРОВАНИЕ, ПОВСЕДНЕВНАЯ И ОБЩЕСТВЕННАЯ ЖИЗНЬ

Руководитель проекта – доктор исторических наук, доцент Е.В. Волков

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Реконструкция процесса формирования казачьего населения Челябинска, его повседневной жизни и участия в общественной деятельности во второй четверти XVIII – первой четверти XX столетия.

ПУБЛИКАЦИИ

7 научных статей

5 научных докладов на конференциях

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

1 статья в Scopus/WoS

6 статей в РИНЦ

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- ➔ Изучить особенности формирования казачьего населения Челябинской крепости в XVIII в. в процессе русской колонизации Южного Урала.
- ➔ Дать социальные характеристики казачьего населения Челябинска в конце XVIII – XIX веке в сравнении с другими городскими сословными группами.
- ➔ Реконструировать разные аспекты повседневной жизни казачьего населения в дореволюционном Челябинске и Челябинской станице.
- ➔ Показать общественно-политическую деятельность казаков в Челябинске и округе в период Великой Российской революции и Гражданской войны.
- ➔ Охарактеризовать разные модели адаптации казаков Челябинска и округи в условиях репрессивной политики советской власти в 1920-е годы в отношении казачества.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

Предполагается представить выводы по следующим направлениям исследования:

- ➔ сформулировать основные теоретические подходы исследования на основе концепций фронтальной модернизации (Ф. Дж. Тёрнер, И.В. Побережников), социальных изменений (П. Штомпка) и некоторых положений в области истории повседневности (М. де Серто, А. Людке);
- ➔ проанализировать историографические тенденции по истории оренбургского казачества, начиная со второй половины XIX столетия до настоящего времени;
- ➔ выявить корпус наиболее репрезентативных письменных источников по тематике и проблематике исследования;
- ➔ показать процесс формирования казачьего населения Челябинска в XVIII в., связанный с русской колонизацией Южного Урала и миграционными потоками крестьянского населения;
- ➔ проанализировать причины прихода поселенцев-крестьян в Челябинскую крепость;
- ➔ выявить «малую родину» первопоселенцев и маршруты их миграции на Южный Урал;
- ➔ дать общую характеристику религиозности первопоселенцев Челябинской крепости;
- ➔ показать роль казаков Челябинска в период Пугачевского восстания по историческим документам и в контексте культурной памяти об участии оренбургского казачества в вооруженной борьбе на стороне «Петра Третьего»;
- ➔ описать социальные группы, семейный состав, материальное благосостояние, хозяйственные занятия и дать другие социальные характеристики казаков-горожан в конце XVIII века;
- ➔ представить социальные группы, семейный состав, материальное благосостояние, хозяйственные занятия и другие социальные характеристики казаков-горожан в первой половине XIX века;
- ➔ сравнить казачье население Челябинска по ряду параметров с другими городскими сословиями и группами;

- охарактеризовать социальные изменения в среде казаков – жителей Челябинска во второй половине XIX века в контексте модернизационных процессов в России;
- показать общественно-политическую позицию основной части казачьего населения Челябинска и Челябинской станицы в революционный период (февраль 1917 г. – январь 1918 г.);
- выявить особенности общественно-политической деятельности казачьего населения Челябинска и ближайшей округи в период Гражданской войны в России (начало 1918 г. – 1921 гг.);
- представить основные стратегии адаптации казачьего населения Челябинска и близлежащих поселков к новой общественной и социальной ситуации, связанной с репрессивной политикой советской власти в отношении казачества в 1920-е годы.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В научных исследованиях по истории оренбургского казачества; в преподавании курсов по истории Южного Урала; в музейных экспозициях; для развития исторического туризма на Южном Урале.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

- ☑ Сформулированы основные теоретические подходы исследования на основе концепций фронтальной модернизации (Ф. Дж. Тёрнер, И.В. Побережников),

социальных изменений (П. Штомпка) и некоторых положений в области истории повседневности (М. де Серто, А. Людке).

- ☑ Проанализированы историографические тенденции по истории оренбургского казачества, начиная со второй половины XIX столетия до настоящего времени.
- ☑ Выявлен корпус основных наиболее репрезентативных письменных источников по тематике и проблематике исследования.
- ☑ Проанализировать причины прихода поселенцев-крестьян в Челябинскую крепость.
- ☑ Охарактеризованы социальные группы, семейный состав, материальное благосостояние, хозяйственные занятия и другие социальные характеристики казаков-горожан Челябинска в середине XIX века в сравнении с другими городскими сословиями и социальными группами.
- ☑ Реконструированы общественно-политические позиции и настроения основной части казачьего населения Челябинской станицы в революционный период (февраль – декабрь 1917 г.).

ПАРТНЕРЫ ПРОЕКТА

- ☑ Государственный архив Российской Федерации (ГАРФ).
- ☑ Российский государственный архив древних актов (РГАДА).
- ☑ Российский государственный военно-исторический архив (РГВИА) Российский государственный исторический архив (РГИА).
- ☑ Объединенный государственный архив Челябинской области (ОГАЧО).
- ☑ Объединенный государственный архив Оренбургской области (ОГАОО).

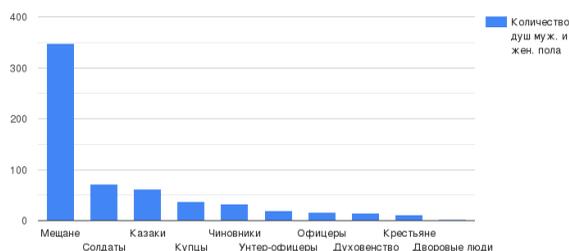


Рис. 1. Диаграмма «Сословная принадлежность домовладельцев Челябинска в 1861 году». Составлено по данным Городовой обывательской книги Челябинска за 1861 год. (ОГАЧО. Ф. И-1. Оп.1. Д. 5470. Л. 1 –173).



Рис. 2. Фотография «Проводы казаков в летние военные лагеря. Челябинск, 1912 год». Неизвестный автор. Из собрания фондов Государственного исторического музея Южного Урала

КУЛЬТУРА И ОБЩЕСТВО РАННИХ КОЧЕВНИКОВ ЮЖНОГО ЗАУРАЛЬЯ (ПО МАТЕРИАЛАМ МОГИЛЬНИКА КИЧИГИНО I)

Руководитель проекта – доктор исторических наук А.Д. Таиров

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Комплексная характеристика культуры и общества ранних кочевников Южного Зауралья на основе мультидисциплинарного анализа материалов могильника Кичигино I для реконструкции этнокультурных процессов, протекавших во второй – третьей четверти I тысячелетия до н. э. на просторах степной Евразии и на сопредельных с нею территориях.

ПУБЛИКАЦИИ

8 научных статей

1 научный доклад на международном конгрессе

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

4 статьи в Scopus

2 статьи в РИНЦ

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- ➔ Установить абсолютную и относительную хронологию погребений могильника традиционными археологическими и современными естественнонаучными методами.
- ➔ Провести комплексный анализ погребального инвентаря на основе применения широкого спектра естественнонаучных методов.
- ➔ Дать комплексную палеоантропологическую характеристику населения, оставившего могильник.
- ➔ Провести археозоологический анализ костных остатков животных, обнаруженных при исследовании могильника.
- ➔ Осуществить палеоботанический анализ растительных остатков, обнаруженных в погребениях.
- ➔ Выполнить палеоклиматический анализ имеющихся образцов, произвести сбор и обработку уже имеющихся данных по палеоклимату Южного Зауралья, Южного Приуралья, Нижнего Поволжья, Западной Сибири и прилегающих территорий.
- ➔ Реконструировать становление, развитие и трансформацию культуры ранних кочевников Южного Зауралья I тысячелетия до н. э. на основе синтеза данных, полученных в результате анализа материалов могильника археологическими и естественнонаучными методами. Дать социальную и гендерно-возрастную характеристику общества ранних кочевников Южного Зауралья по материалам могильника Кичигино I и одновременных ему памятников региона.

- ➔ Реконструировать взаимодействия ранних кочевников Южного Зауралья с внешним миром на основе синтеза данных, полученных в результате анализа материалов могильника археологическими и естественнонаучными методами.
- ➔ Реконструировать этнокультурные процессы, протекавшие во второй – третьей четверти I тысячелетия до н. э. на просторах степной и лесостепной Евразии и на сопредельных с нею территориях на основе данных о становлении, развитии и трансформации культуры ранних кочевников Южного Зауралья.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- ➔ Абсолютная и относительная хронология погребений могильника, полученная традиционными археологическими и современными естественнонаучными методами и охватывающая период VII–IV вв. до н. э.
- ➔ Палеоантропологическая и палеопатологическая характеристика ранних кочевников Южного Зауралья, оставивших могильник Кичигино I, и их место среди населения Южного Урала I тысячелетия до н. э.
- ➔ Новые данные о природной среде и системе жизнеобеспечения ранних кочевников Южного Зауралья, полученные при анализе материалов могильника Кичигино I современными естественнонаучными методами.
- ➔ Реконструкция отдельных элементов социальной структуры ранних кочевников Южного Зауралья с опорой на материалы памятника

Кичигино I прежде всего в гендерно-возрастном аспекте.

- Комплексная характеристика основных этапов развития культуры и общества ранних кочевников Южного Зауралья второй-третьей четверти I тыс. до н. э. и причин, вызывавших их трансформацию, на основе данных, полученных при анализе материалов могильника Кичигино I традиционными археологическими и современными естественнонаучными методами.
- Характеристика взаимодействия ранних кочевников Южного Зауралья с окружающим миром на основе синтеза данных, полученных в результате анализа материалов могильника Кичигино I археологическими и естественнонаучными методами.
- Реконструкции этнокультурных процессов, протекавших во второй-третьей четверти I тысячелетия до н. э. на просторах степной и лесостепной Евразии и на сопредельных с нею территориях на основе данных о становлении, развитии и трансформации культуры ранних кочевников Южного Зауралья.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Полученные результаты могут быть использованы в образовательной сфере, музейной и экскурсионно-туристической деятельности. Результаты запланированных работ по проекту найдут отражение в рукописи коллективной монографии «Культура и общество ранних кочевников Южного Зауралья (по материалам могильника Кичигино I)».



Рис. 1. Ткань полотняного переплетения из могильной ямы 4 кургана 3 могильника Кичигино I

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

- ☑ На основе рентгенофлуоресцентного анализа состава металла 615 бронзовых наконечников стрел из погребений могильника Кичигино I и Имангулово II определены основные источники поступления цветного металла ранним кочевникам Южного Урала второй половины VI–IV в. до н.э.
- ☑ На основе данных письменных источников определены хозяйственные обязанности мужчин и женщин в кочевых обществах Центральной Евразии XVIII – начала XX вв. для реконструкции гендерного разделения труда в обществах ранних кочевников исследуемого региона.
- ☑ Осуществлена систематизация, анализ и интерпретация женских захоронений с предметами вооружения на памятниках ранних кочевников Южного Урала (конец V–II в. до н.э.). Сделан вывод о том, что погребенные женщины имели различный вертикальный социальный статус и принадлежали к разным слоям общества – от элиты до рядовых кочевников.
- ☑ Анализ обрядовых групп населения, чьи останки были упокоены в курганах у с. Кичигино, показал, что возрастные группы лучше всего представлены в захоронениях савроматского периода, а социальные роли – в раннесарматских погребениях.
- ☑ Исследование погребений переходного периода от бронзового века к железному в степной зоне Волго-Уралья позволило сделать вывод о разнородности культурно-исторических процессов, протекавших на рубеже эпохи бронзы и раннего железа, и асинхронности становления традиций раннего железного века в различных областях региона.

ПАРТНЕРЫ ПРОЕКТА

- ☑ Южно-Уральский ФНЦ Минералогии и геоэкологии УрО РАН (г. Миасс).
- ☑ Институт криосферы Земли Тюменского научного центра СО РАН (г. Тюмень).

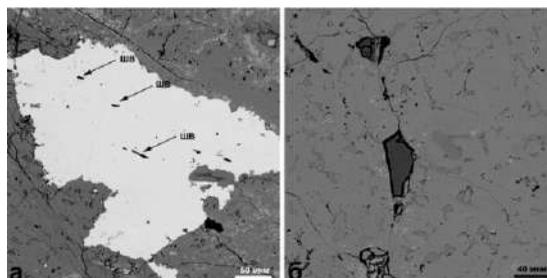


Рис. 2. Микроснимки типичных шлаковых включений, выявленных в изделиях Кичигино I: а – включения шлака в зерне металлического железа; б – включения шлака в корродированной матрице

ЦИФРОВАЯ ГРАМОТНОСТЬ: МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ (РЕГИОНАЛЬНЫЙ АСПЕКТ)

Руководитель проекта – кандидат философских наук, доцент Р.В. Пеннер

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Комплексное исследование цифровой грамотности:

- выявление критериев цифровой грамотности;
- диагностика цифровой грамотности у учащейся молодежи (школы, ссузы, вузы региона);
- разработка прикладной методологии и системы мероприятий по формированию цифровой грамотности у молодежи Челябинской области.

ПУБЛИКАЦИИ

24 научные статьи

12 докладов на конференциях

1 патент

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

3 статьи в Scopus

2 статьи в WoS

19 статей в РИНЦ

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- Выявление ключевых проблем молодежи, в том числе представителей от национальных меньшинств, в цифровой среде (региональный масштаб).
- Концептуализация цифровой грамотности (междисциплинарное исследование).
- Разработка программы (результатирующей труды экспертов региона) по формированию цифровой грамотности молодежи Челябинской области.
- Разработка электронной платформы «Цифровая антропология», объединяющей экспертов из Челябинской области, других регионов страны и зарубежных специалистов.
- Организация межвузовской коллаборации под эгидой региональных вузов с целью эффективного внедрения мер цифровой грамотности в образовательный процесс.
- Разработка и внедрение технологий формирования цифровой грамотности у учащихся школ, ссузов и вузов Челябинской области.
- Издание монографических исследований, результирующих исследование цифровой грамотности по отдельным аспектам (философско-социальный, философско-антропологический, социологический, прикладной).

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- Публикация результатов комплексного исследования цифровой грамотности (региональный масштаб) будет производиться в ряде индексируемых российских и зарубежных изданий.
- Организация конференции по цифровой грамотности с привлечением специалистов в соответствующей сфере и педагогов из города и области с последующей публикацией ее результатов.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

- Разработка методических рекомендаций «Цифровая аскетика» как вариант цифровой гигиены для старших школьников и студентов, а также учителей и преподавателей высшей школы.
- Создание и продвижение электронной площадки, объединяющей экспертов по цифровой грамотности (сайт digitalanthropology.ru, ВКонтакте <https://vk.com/digitalanthropology>, Телеграм <https://t.me/digitalanthropology>).
- Проведение конференции по цифровой грамотности с привлечением учителей из города Челябинска и Челябинской области.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В 2022 г.

- ✓ Проведено социологическое исследование на тему цифровая грамотность обучающихся и педагогов общеобразовательных, средних профессиональных и профессиональных образовательных организаций Челябинской области.
- ✓ В опросе приняли участие 12 292 обучающихся школ, СПО 43 муниципальных образований Челябинской области и 1 972 студента вузов г. Челябинска, а также 367 педагогов общеобразовательных организаций и СПО Челябинской области и 344 респондента из числа профессорско-преподавательского состава вузов г. Челябинска.

ПАРТНЕРЫ ПРОЕКТА

- ✓ Научно-исследовательский центр мониторинга и профилактики деструктивных проявлений в образовательной среде.
- ✓ Муниципальное казенное учреждение «Центр народного единства».
- ✓ Научно-образовательный центр «Цифра» Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского.

Таблица
Мнение студентов и обучающихся школ, СПО Челябинской области о том, что, прежде всего, включает в себя понятие «цифровая грамотность студента/обучающегося»
(в % от общего числа опрошенных и по каждой группе обучающихся молодежи)

Компоненты цифровой грамотности студента/обучающегося	Все опрошенные	
	Студенты	Обучающиеся
Умение использовать цифровые технологии в учебе / работе	70,2	56,2
Свободный доступ в Интернет ориентированный в цифровом пространстве	61,7	49,6
Знание в области цифровой экономики и цифровой безопасности	55,1	52,3
Владение навыками поиска в сети Интернет информации о услугах	50,4	39,0
Владение актуальной информацией о возможностях сетевого пространства	48,4	48,5
Понимание в области цифровой образовательной среде	39,7	31,8
Общание в социальных сетях	9,7	12,3
Другое	0,4	0,1
Затрудняюсь ответить	2,0	5,4
Не ответил	0,0	0,0
Итого ответов	337,1	294,2

*Сумма превышает 100%, так как респондент мог указать несколько вариантов ответов

Рис. 1. Мнение студентов и обучающихся школ, СПО Челябинской области о том, что, прежде всего, включает в себя понятие «цифровая грамотность студента/обучающегося»

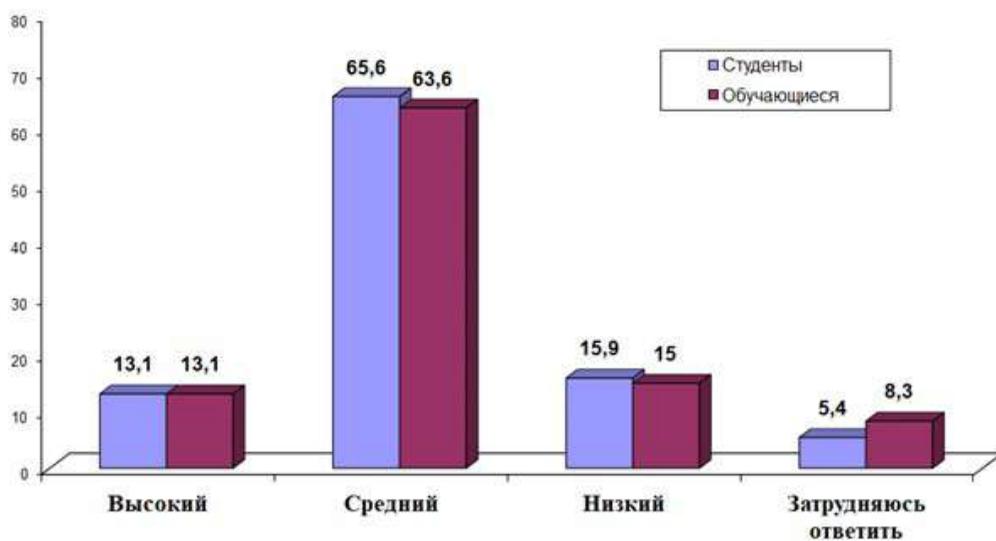


Диаграмма 1. Оценка обучающимися школ, СПО и студентами вузов Челябинской области своего уровня владения ИТ-технологиями (в % от общего числа опрошенных и по каждой группе обучающейся молодежи)

Таблица
Мнение студентов и обучающихся школ, СПО Челябинской области о том, какие цифровые компетенции развиты у них в совершенстве
(в % от общего числа опрошенных и по каждой группе обучающихся молодежи)

Цифровые компетенции	Все опрошенные	
	Студенты	Обучающиеся
Цифровая техническая грамотность, умение работать с информацией, умение ориентироваться в цифровой среде	56,6	51,5
Умение владеть данными, информацией и цифровым контентом	44,9	42,8
Безопасность, включенность, включенность в онлайн-образовательное пространство, взаимодействие, коммуникация для цифровых образовательных сред	43,8	30,9
Коммуникативные и социальные навыки, обмен информацией посредством цифровых технологий, цифровой этикет	43,1	30,6
Безопасность, включенность, навыки персонализированных данных и обеспечение конфиденциальности, защита данных	31,7	37,6
Эксплуатация и прикладные устройства на персональном компьютере	20,9	20,2
Решение проблем, связанных с цифровыми технологиями, взаимодействие с техническими проблемами, определение потребностей в технологических решениях	20,0	25,2
Создание и развитие цифрового контента	19,6	21,5
Моделирование и анализ данных цифрового контента	10,7	12,7
Другое	0,3	0,2
Не ответил	3,7	3,1
Затрудняюсь ответить	3,8	11,0
Не ответил	0,0	0,0
Итого ответов	394,2	389,3

*Сумма превышает 100%, так как респондент мог указать несколько вариантов ответов

Рис. 2. Мнение студентов и обучающихся школ, СПО Челябинской области о том, какие цифровые компетенции развиты у них в совершенстве

ЛИТЕРАТУРНОЕ ТВОРЧЕСТВО ЮЖНОГО УРАЛА В СИСТЕМЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ: КОНСТРУИРОВАНИЕ, РЕПРЕЗЕНТАЦИЯ И ПРОДВИЖЕНИЕ В ЦИФРОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Руководитель проекта – доктор филологических наук, доцент Н.Л. Зыховская

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Осуществить фундаментальное исследование литературного творчества Южного Урала как инструмента конструирования (текст) и закрепления (восприятие аудитории) региональной идентичности на индивидуальном уровне сопричастности и в социокультурном аспекте выражения уникальности символического капитала места.

ПУБЛИКАЦИИ

14 научных статей

8 научных докладов на конференциях

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

14 статей в Scopus/WoS

ЗАДАЧА ПРОЕКТА

- Разработать и апробировать инновационные стратегии продвижения литературного творчества Южного Урала в системном позиционировании региональной самобытности, диагностировать эффективность используемых стратегий.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- Обоснована значимость литературы Южного Урала как инструмента формирования и закрепления региональной идентичности (на индивидуальном уровне сопричастности и в социокультурном аспекте выражения уникальности символического капитала места).
- Выделены (и апробированы в процессе реализации проекта) наиболее успешные стратегии продвижения литературного творчества писателей и поэтов Южного Урала в системном позиционировании образа региона.
- На основе анализа обширного корпуса текстов современных писателей и поэтов Южного Урала выявлены уникальные черты регионального художественного текста, реализованные на содержательно-тематическом, образно-семиотическом, художественно-стилевом уровнях.
- Исследованы генезис и динамика региональной идентичности в текстах современных авторов

Южного Урала через ключевые идентификационные маркеры, константные и вариативные образы и символы.

- Исследованы особенности восприятия литературного образа Южного Урала в сознании различных сегментов аудитории, на этой основе систематизированы воспроизводимые основания идентичности жителей региона.
- Подготовлены статьи в высокорейтинговых изданиях, индексируемых в международных базах данных, коллективная монография «Литературные маркеры региональной идентичности».

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Перспективы использования результатов Проекта связываются со следующими направлениями:

- включение в программы и стратегии регулирования региональной культурной политики;
- совершенствование учебных курсов через включение литературного регионального компонента;
- интенсификация процессов и технологий продвижения региона, его туристической и инвестиционной привлекательности среди внешней и внутренней аудиторий.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В 2022 г.

- ✓ Подготовлен инструментарий опроса респондентов, а также гайд фокус-группового исследования.
- ✓ Проведен опрос (анкетирование) 500 респондентов, направленный на исследование различных аспектов репрезентации литературного образа Южного Урала в сознании ключевых социально-демографических групп региона.
- ✓ Подготовлена (сбор информации, кодификация признаков, распределение данных) база анализа: описание и классификация идентификационных маркеров в художественных текстах писателей и поэтов Южного Урала.
- ✓ Представлены описания по 100 текстам, принадлежащим 29 южноуральским авторам. Представлены описания идентификационных маркеров (топонимы, тематика образов, локальные мифы, персонажи региональной среды и т. д.).
- ✓ Реализована первичная экспертиза эффективности (узнаваемость среди аудитории, потенциал влияния) литературных событий и тематических проектов Южного Урала.
- ✓ Осуществлена исследовательская диагностика цифровых форматов репрезентации литературного

образа в структуре «Виртуального музея писателей Южного Урала» – виртуальном продукте, представленном на онлайн-платформе (информация о 9 авторах).

- ✓ Проведена модерация тематических площадок в рамках Южно-Уральской книжной ярмарки «Рыжий Фест» (круглый стол «Косноязычие в поэзии: как речь выходит за границы речи»; круглый стол «Гении места: поколение новых пассионариев», круглый стол «Урал как текст: культурные коды и смыслы региональной идентичности»), реализован интерактивный поэтический перформанс «Голоса» (Камерный театр г. Челябинск).

ПАРТНЕРЫ ПРОЕКТА

- ✓ Государственное казенное учреждение культуры «Челябинская областная универсальная научная библиотека».
- ✓ Областное государственное бюджетное учреждение культуры «Челябинский государственный драматический Камерный театр».
- ✓ Южноуральское отделение Русской ассоциации чтения.



Рис. 1. Маркеры региональной идентичности

ГОРОДСКОЙ КИНОТЕАТР СОВЕТСКОЙ ЭПОХИ: ТРАНСФОРМАЦИЯ СОЦИАЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА (МОСКВА – ЛЕНИНГРАД – ЧЕЛЯБИНСК)

Руководитель проекта – доктор исторических наук, доцент **Е.В. Волков**

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Реконструкция трансформации социального пространства городского кинотеатра советской эпохи на примере городов: Москва, Ленинград и Челябинск.

ПУБЛИКАЦИИ

13 научных статей

9 научных докладов на конференциях

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

3 статьи в Scopus/WoS

10 статей в РИНЦ

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- ➔ Систематизировать, обобщить и ввести в научный оборот новый архивный материал, консолидировать разнообразные по происхождению источники.
- ➔ Проследить процесс формирования архитектурно-художественного образа советского кинотеатра сквозь призму социокультурного контекста.
- ➔ Исследовать институциональную организацию и механизмы управления кинотеатрами в разные периоды советского общества.
- ➔ Показать проблемы кинопроката и способы их решения, которые обсуждались и осуществлялись.
- ➔ Изучить содержание и трансформацию репертуара кинотеатров в различные периоды развития советского общества.
- ➔ Опубликовать серию научных статей в реферируемых изданиях (в том числе WoS/Scopus, BAK).
- ➔ Апробировать промежуточные результаты исследования в серии докладов на международных и всероссийских научных конференциях.
- ➔ Создать из разных видов письменных исторических источников основу для подготовки рукописи сборника документов и материалов.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- ➔ Систематизация, обобщение и введение в научный оборот нового архивного материала, консолидация

разнообразных по происхождению источников.

- ➔ Публикация научных статей в реферируемых изданиях (в том числе WoS/Scopus, BAK).
- ➔ Выступление с докладами на международных и всероссийских научных конференциях с целью апробации промежуточных результатов исследования.
- ➔ Подготовка рукописи сборника документов и материалов по истории кинотеатров г. Москвы, г. Ленинграда и г. Челябинска советского периода.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В научных исследованиях по истории советского кинематографа, системы кинопроката, зрительской аудитории; в преподавании курсов по истории советского кинематографа; в музейных экспозициях; для развития исторического туризма в г. Москве, г. Санкт-Петербурге и г. Челябинске.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 г.

- Сформулированы основные теоретические подходы

исследования на основе концепции производства социального пространства (А. Лефевр).

- ✓ Проанализированы историографические тенденции по истории советских кинотеатров, системы кинопроката и советского зрителя.
- ✓ Выявлен корпус основных наиболее репрезентативных письменных и визуальных источников по тематике и проблематике исследования.
- ✓ Реконструировано социальное пространство городских кинотеатров в советскую эпоху на примере Москвы, Ленинграда и Челябинска на трех уровнях: репрезентация пространства, пространственные практики и пространства репрезентации. Репрезентация пространства советского городского кинотеатра связана с такими важными аспектами, как управление кинотеатрами, создание их архитектурных и топонимических образов. Пространственные практики предполагают функционирование сотрудников кинотеатра в рамках своих обязанностей соответственно занимаемой должности. Пространства репрезентации советского городского кинотеатра создаются зрителями как участниками «похода в кино», оставившими свои свидетельства (публичные или личные) об этом событии.
- ✓ Сделаны выводы о том, что советский городской кинотеатр функционировал в рамках государственного управления и партийного контроля и помимо экономической прибыли должен был играть большую роль в пропаганде советского образа жизни, но данная функция под влиянием

запроса кинозрителей и тенденций в развитии мирового кинематографа, особенно в послесталинский период, постепенно сходит на нет.

- ✓ Доказано, что работа сотрудников кинотеатра значительно отличалась от спущенных «сверху» указаний и инструкций, поскольку им приходилось ориентироваться прежде всего на запросы зрителей и экономическую прибыль.
- ✓ Представлен тезис о том, что для советских зрителей «поход в кино» являлся распространенной формой досуга и значимой культурной практикой, которая не только развлекала, но давала возможности для определенного рода терапии, приобретения нового опыта и коммуникации с аудиторией кинозала.

ПАРТНЕРЫ ПРОЕКТА

- ✓ Государственный архив Российской Федерации (ГАРФ).
- ✓ Российский государственный архив литературы и искусства (РГАЛИ).
- ✓ Российский государственный архив экономики (РГАЭ).
- ✓ Центральный государственный архив литературы и искусства Санкт-Петербурга (ЦГАЛИ СПб.).
- ✓ Центральный государственный архив Москвы (ЦГАМ).
- ✓ Объединенный государственный архив Челябинской области (ОГАЧО).



Рис. 1. Настенная афиша московского кинотеатра «Центральный» в начальный период Великой Отечественной войны (фото С. Струнникова, фотокорреспондента газеты «Правда»). Из фондов РГБ



Рис. 3. Передвижной детский кинотеатр «Солнышко» в Челябинске (фото неизвестного автора, 1970-е гг.). Частная коллекция



Рис. 2. Рекламная вывеска с информацией о кинофестивале научно-популярных и историко-революционных фильмов, посвященном XXX годовщине Великой Октябрьской социалистической революции, в ленинградском кинотеатре «Нева» (октябрь – ноябрь 1947 г.). РГАЛИ. Ф. 2473. Оп.1. Д. 316. Л. 109



Рис. 4. Рекламная листовка об открытии кинотеатра «Урал» в Челябинске (1971 г.). Издано в типографии газеты «Челябинский рабочий»

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ В АСПЕКТЕ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СУЩНОСТИ ИНТЕРНЕТ-МАРКЕТИНГА ПРЕДПРИЯТИЙ МАЛОГО БИЗНЕСА

Руководитель проекта – аспирант А.Е. Коваленко

Научный руководитель проекта – доктор экономических наук Ю.Г. Кузменко

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Формирование теоретических и методических основ разработки и внедрения технологий интернет-маркетинга в деятельности предприятий малого бизнеса на основе изучения свойств информационного потока интернет-маркетинга.

ПУБЛИКАЦИИ

5 научных статей

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

2 статьи в Scopus

3 статьи в РИНЦ

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- Выполнить анализ специфики интернет-маркетинговой деятельности предприятий малого бизнеса с позиций процессов интернет-маркетинга, оказывающих влияние на формирование единого информационного потока интернет-маркетинга.
- Определить основные виды и систему измерения, оценки эффективности информационного потока интернет-маркетинга в формировании технологий интернет-маркетинга предприятий малого бизнеса.
- Сформировать методический подход воздействия на информационный поток интернет-маркетинга через моделирование поведенческих характеристик единиц целевой аудитории предприятий малого бизнеса.
- Предложить алгоритм внедрения технологий интернет-маркетинга в деятельность предприятий малого бизнеса на основе рассмотрения интернет-маркетинговой деятельности как преобразования компетенций предприятий малого бизнеса маркетинговым экспертным субъектом.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- Определение технологической сущности интернет-маркетинга с позиции процессов, которые

воздействуют на информационный поток интернет-маркетинга и формируются различными инструментами и методами интернет-маркетинга.

- Выделение классификации технологий интернет-маркетинга, определяющей функциональные особенности технологий интернет-маркетинга в структуре технологий маркетинга.
- Разработка системы показателей оценки эффективности технологий интернет-маркетинга и предложение нового вида конверсионной эффективности, которая характеризует процесс перехода коммуникативных эффектов от интернет-маркетинговой деятельности предприятий малого бизнеса в экономические.
- Формирование методического подхода к разработке технологий интернет-маркетинга, который позволяет воздействовать на движение единиц целевой аудитории в сети Интернет и определять разрывы – участки информационного потока интернет-маркетинга, снижающие экономический эффект от разрабатываемой технологии интернет-маркетинга для предприятий малого бизнеса.
- Разработка алгоритма внедрения технологий интернет-маркетинга, позволяющего интерпретировать результаты маркетинговой деятельности в системе показателей оценки экономического эффекта от технологии интернет-маркетинга.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

- Разработка программного продукта в виде веб-сервиса для аудита интернет-маркетинговой деятельности предприятий. Назначение программного продукта – анализ типичных ошибок при интернет-маркетинговом продвижении малого предприятия и формирование рекомендаций по их исправлению.
- Создание интернет-сервиса аренды интернет-сайтов, групп в социальных сетях и других видов посадочных страниц в сети Интернет. Интернет-сервис сможет удовлетворить потребности предприятий малого бизнеса в целевом потоке потребителей, обладающих определенными поведенческими характеристиками (Пример: целевые запросы потребителей на страницу социальной сети).

алгоритм описывает внедрение технологии интернет-маркетинга как преобразование компетенций предприятий малого бизнеса маркетинговым экспертным субъектом.

- ☑ Предложен подход к оценке экономического эффекта от внедряемой технологии интернет-маркетинга в деятельность предприятия малого бизнеса. Подход позволяет выполнять последовательное деление единиц целевой аудитории определенное сегмента с целью определения тех из них, которые оказывают положительное влияние на денежные потоки предприятия малого бизнеса и формируют положительный экономический эффект.

ПАРТНЕР ПРОЕКТА

- ☑ КонвертБиз (convertbiz.ru) – услуги интернет-маркетинга для малого и среднего бизнеса.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В 2022 г.

- ☑ Предложен алгоритм внедрения технологий интернет-маркетинга в деятельность предприятий малого бизнеса. В отличие от существующих,



Рис. 1. Эволюция интернет-сайтов агрегаторов относительно стадий развития сети интернет от WEB 0.0 до WEB 3.0-4.0.

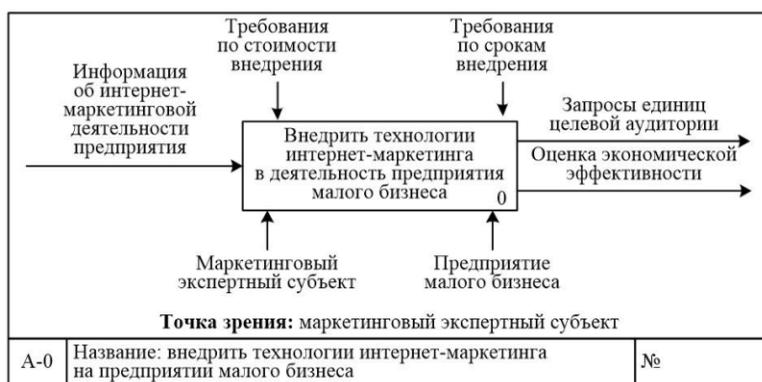


Рис. 2. Укрупненная структурно-функциональная модель внедрения технологий интернет-маркетинга

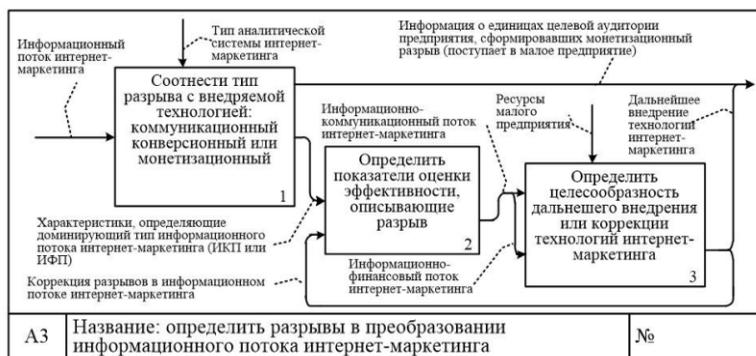


Рис. 3. Структурно-функциональная модель определения разрывов в преобразовании информационного потока интернет-маркетинга

ДЕТИ И ВОЙНА: ТРАНСФОРМАЦИЯ ДЕТСТВА В РОССИИ В УСЛОВИЯХ ПЕРВОЙ МИРОВОЙ И ГРАЖДАНСКОЙ ВОЙН

Руководитель проекта – аспирант Е.В. Кравченко

Научный руководитель проекта – доктор исторических наук, профессор О.Ю. Никонова

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Реконструкция социального механизма трансформации детства в условиях военных конфликтов на примере российских/советских детей эпохи Первой мировой и Гражданской войн.

ПУБЛИКАЦИИ

6 научных статей

1 доклад на международной конференции

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

4 статьи в журналах из перечня ВАК

2 статьи в РИНЦ

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- Проанализировать зарубежную историографию детства периода Первой мировой войны.
- Провести сравнение моделей механизмов трансформации военного детства в России и зарубежных странах.
- Изучить с помощью количественных и качественных методов тексты, принадлежавшие детям старшего и среднего возраста и опубликованные в периодической печати, а также рукописные школьные журналы начала XX в.
- Рассмотреть дихотомию образов детства с точки зрения двух субкультур – «мира детства» и «мира взрослых».

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- Описание теоретических/методологических основ исследования военного детства начала XX в.
- Анализ конструирования военных детских образов инструментами государственной политики и пропаганды; их эксплуатация и инструментализация в интересах различных общественных сил в годы Первой мировой и Гражданской войн.

- Сравнительный анализ дискуссий о путях развития детства в период социально-политических катаклизмов начала XX в. в России и зарубежных странах.
- Результаты исследования позволят внести вклад в актуальную для исторической науки дискуссию о специфических/универсальных чертах российского/советского детства, встроенности истории детей России в общемировую/европейскую историю.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Благодаря изучению данной темы возможна организация спецкурсов по истории военного детства, истории детской журналистики на филологических, педагогических или исторических факультетах высших учебных заведений. Понимание данного вопроса необходимо для дальнейшего совершенствования научно-исследовательской и учебно-педагогической деятельности в области источниковедения и методологии истории детства.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В 2022 г.

Первая мировая война привела к решительным изменениям социальных процессов в мире детства. В зарубежной историографии акцентируется роль детской прессы как агента патриотической пропаганды, тенденции национализации детства, формирование идеально-типических фигур детей-героев или детей-жертв – наиболее эффективных с точки зрения эмоционального воздействия образов. Российская журналистика периода Первой мировой войны придерживалась более консервативной позиции, транслируя в общество идею защиты и ограждения ребенка от «взрослой» военной реальности. Относительная неразвитость российской медийной сферы привела к тому, что лишь незначительная часть журнального ландшафта была вовлечена в орбиту военной пропаганды. Детские нарративы, публиковавшиеся на страницах журналов, не были насыщены военной риторикой. Содержание детских писем военного времени показывает наличие у детей устойчивых индивидуальных ценностей – семья, школа, друзья. В то же время у детей

формировалась самоидентификация, связанная с восприятием ребенка как активного, самостоятельного субъекта, способного внести вклад в общественную жизнь, чему способствовали журналы «нового», демократического типа, ориентированные на приобщение детей к общественно-политической повестке дня. Анализ рукописных школьных журналов показывает, что мир детства, который не прошел через фильтры «взрослого» восприятия, существенно отличается от мира детей из печатных журналов. Дети активно описывали военные события, рисовали карты военных действий, переписывались с детьми, побывавшими за границей.

Результаты второго года исследования позволили сделать выводы об уровне развития детской журналистики в Российской империи периода войн, появлении новых журналов демократической ориентации, использовавших методы организации коммуникативного пространства с детьми. Одновременно исследование показало, что при изучении истории детства журналы для детей не могут служить источником для реконструкции аутентичных детских текстов, так как представляют «взрослый» взгляд на ребенка и его повседневный мир.



Рис. 1. Дети Первой мировой войны.
Англия. 1914 год.



Рис. 2. Дети Первой мировой войны.
Германия. 1914 год.



Рис. 3. Дети Первой мировой войны.
Франция. 1918 год.



Рис. 4. Дети Первой мировой войны.
Россия (год неизвестен).

ВЛИЯНИЕ НОВЫХ МЕДИА НА ВОСПРИЯТИЕ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НАСЕЛЕНИЕМ КАК ФАКТОР ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ТРЕВОЖНОСТИ

Руководитель проекта – кандидат технических наук, доцент Я.С. Добрынина

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработка теории и методологии управления экологической тревожностью населения крупных городов, возникающей вследствие воздействия информационного контента новых медиа, в том числе раскрытие основных составляющих общественного мнения, основных источников экологической тревожности, разработка методов, технологий, моделей диагностики, коррекции и управления тревожности, связанной с состоянием окружающей среды.

ПУБЛИКАЦИИ

4 научные статьи

1 научный доклад

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

2 статьи в Scopus

2 статьи в журналах из перечня ВАК

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- ➔ Описать объективную картину состояния окружающей среды г. Челябинск, основанную на официальных данных Министерства природных ресурсов, Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды России, Министерства экологии Челябинской области, Единой информационной системы контроля атмосферного воздуха г. Челябинска, и определить уровень ее экологической безопасности.
- ➔ Проанализировать экологическую проблематику в медиапространстве г. Челябинска.
- ➔ Провести социологический опрос общественного мнения жителей г. Челябинска.
- ➔ Разработать адаптированный проективный тест для изучения реакции испытуемых на предъявляемые стимулы (типичные изображения г. Челябинска из интернет-медиа).
- ➔ Определить индивидуально-типологические особенности личности испытуемых – акцентуации с помощью методики Леонгарда-Шмишека, оценить распространенность акцентуаций по выборке, выделить акцентуации, связанные с эмоциональной сферой. Выявить уровни личностной самоактуализации и ее распространенность по выборке на основе методики САТ.
- ➔ Определить особенности реагирования индивидов на информацию об экологической обстановке через взаимосвязь акцентуации и личностной самоактуализации. Разработать методику коррекции экологической тревожности.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Разработанная в ходе выполнения проекта методика коррекции экологической тревожности апробирована практикующими психологами и может быть использована в реальной практике специалистов. Кроме того, разработана концепция для продвижения имиджа г. Челябинска, которая может быть реализована на уровне менеджмента города.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В 2022 г.

- ☑ Изучение медиапространства г. Челябинска дало следующие результаты:
 - экологическая проблематика является актуальной и устойчивой медиаповесткой для челябинских интернет-СМИ и социальных сетей, динамика экологических сообщений за год для этих типов медиа совпадает; интенсивность подачи сообщений высокая (в некоторых СМИ достигает 25 %, а отдельных сообществах в соцсетях 100 %);
 - интернет площадками, формирующими экологическую повестку, являются: «74.ru», «Chelyabinsk-news.net», «Gorodskoyportal.ru/chelyabinsk», «БезФормата Челябинск (chelyabinsk.bezformata.com)», «АН Доступ», «Znak.com», «ВКонтакте»;
 - атрибутивной медиаповесткой является загрязнение атмосферного воздуха (большинство сообщений фиксируют внимание на выбросах в атмосферу загрязняющих веществ,

превышении концентраций веществ, НМУ, смоге и запахе);

- медиаповестка дня и общественная повестка дня совпадают;
- атрибутивная медиаповестка и восприятие окружающей среды жителями совпадает (подтверждается социологическим опросом);
- медиафреймы, которые формируют восприятие аудитории в отношении экологической ситуации, относятся к загрязнению атмосферы и представляют собой один тип смысловых конструкций (заостряют внимание на техногенном происхождении проблемы, поднимают градус восприятия значениями ПДК, но не предлагают решения проблемы), также используются однотипные визуальные фреймы;
- коэффициент корреляции количества статей с их просмотрами ($k = 0,9$), что демонстрирует неослабевающий интерес аудитории к проблемам окружающей среды города.

- ☑ Опрос показал следующие основные результаты:
 - состояние окружающей среды является самой острой из всех городских проблем 80,6% респондентов;
 - экологическая обстановка в городе оценена как плохая и очень плохая – 78% респондентов;
 - загрязнение атмосферного воздуха является главной из экологических проблем – 87% респондентов;
 - промышленные предприятия являются главным загрязнителем окружающей среды – 89,5% респондентов;
 - экологическая обстановка тревожит 94% респондентов, 25% испытывают постоянный страх (мах по шкале Лайкерта), 61% испытывают тревогу (высокие значения по шкале Лайкерта);
 - чувство тревоги при просмотре статей/сообщений/постов/фото об экологическом состоянии городской среды в интернет медиа возникает у 79% респондентов;
 - имидж города носит крайне негативный характер, с явным доминированием экологической темы и преобладанием эмоционального компонента восприятия над рациональным; ассоциации «промышленный», «индустриальный», «город заводов» имеют негативную коннотацию.
 - ☑ Применение объективных и проективных методик позволило определить сочетания акцентуаций характера, которые влияют на формирование личностной и ситуативной тревожности; обнаружить личностные особенности, способствующие или препятствующие формированию тревожности при восприятии информации об экологической ситуации, а также выделить укрупнённо несколько групп испытуемых с разным восприятием проблем окружающей среды.
- «Тревожные» испытуемые с высокой личностной тревожностью и низким уровнем самоактуализации. Для этой группы характерны акцентуации тревожности, а также реактивная тревожность на предложенные стимулы. Эта группа демонстриро-

вала высокую эмоциональную реакцию на сообщения о неблагоприятии окружающей среды. Эти испытуемые исходят из чувства «хронического» страха при восприятии информации, при избытке негативной информации подвергаются стрессу. Как правило, они не могут самостоятельно справиться с хронической тревожностью.

«Эмоциональные» испытуемые с высоким уровнем эмоциональной акцентуации и низким уровнем познавательной активности. Для них определены акцентуации, указывающие на высокую эмоциональную подвижность личности, что объясняет острую эмоциональную реакцию (реактивная тревожность) на предъявление информации о неблагоприятии окружающей среды. Невысокие значения познавательных потребностей указывают на слабое стремление к приобретению знаний об окружающем мире и желании разобраться в сути вопроса. Эти люди мотивируются извне, попадают под влияние стереотипов.

Эти две группы испытуемых составляют ядро панически настроенных челябинцев. Они обладают сознанием гиперболизации и оставляют самые эмоциональные комментарии к сообщениям на экологические темы.

«Стереотипные» испытуемые с нормативным уровнем акцентуации, средними эмоциональными реакциями и низкими познавательными потребностями. Эти испытуемые также могут испытывать реактивную тревожность при столкновении с негативной экологической информацией, однако легко преодолевают это состояние и не рассматривают проблемы экологии как неразрешимые для себя.

«Осознанные» испытуемые с высоким уровнем самоактуализации и нормативными или низкими эмоциональными реакциями. Самая немногочисленная часть испытуемых (7% от выборки), воспринимают информацию об экологической ситуации осознанно и не поддаются влиянию интернет-медиа. Под понятием «тревога» понимают свою ответственность за родной город.

- ☑ Разработана методика коррекции экологической тревожности, которая состоит из трех основных блоков: установочного, коррекционного и оценочного. Ее отличительной особенностью является наличие основных методов психологической коррекции арт-терапии, сказкотерапии, десенсибилизации, релаксации, а также специальных упражнений и приемов, снижающих степень личностной или реактивной тревожности. Методика апробирована практикующими психологами, привлеченными к проекту.
- ☑ Разработана концепция для продвижения имиджа г. Челябинска, которая предполагает новую идею позиционирования города, а именно трансформацию основных ассоциаций по схеме: «промышленный» – «технологичный» – «высокотехнологичный». А также включает мероприятия по вовлечению граждан в программы устойчивого развития г. Челябинска и тем самым позволяет снизить социальную напряженность.

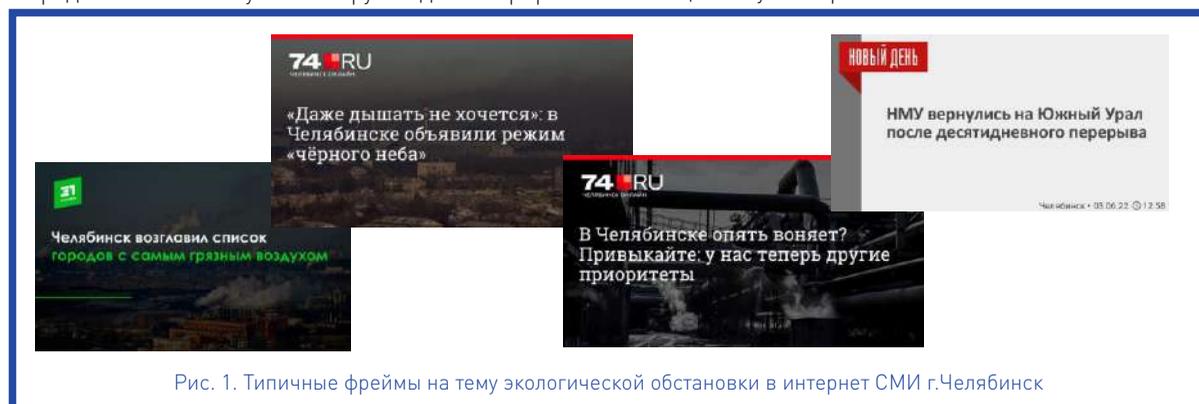


Рис. 1. Типичные фреймы на тему экологической обстановки в интернет СМИ г.Челябинск

АКСЕЛЕРАЦИОННАЯ ПРОГРАММА ЮУрГУ 2022

Руководитель проекта – и.о. ректора А.Р. Вагнер
Научный руководитель – первый проректор-проректор по научной работе А.В. Коржов

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель акселерационной программы ЮУрГУ – сформировать пул технологических стартапов для Челябинской области за счет комплексной поддержки студенческих команд и проектов при участии вузов и высокотехнологичных компаний региона, бизнес-экспертов и потенциальных инвесторов.

ПУБЛИКАЦИИ

1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- ➔ Вовлечение студентов, аспирантов, преподавателей и других участников в технологическое предпринимательство и поддержка инициатив по созданию стартапов.
- ➔ Развитие предпринимательского сообщества на базе ЮУрГУ.
- ➔ Развитие профессиональных компетенций у участников в сфере планирования и управления стартапами.
- ➔ Создание и развитие стартап-проектов, доработка технологических решений и бизнес-моделей, формирование инновационных продуктов и коммерческих предложений для потенциальных инвесторов.
- ➔ Развитие компетенций ЮУрГУ и университетов-участников программы в сфере предпринимательства, организации, проведения и участия в акселерационных программах.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

Реализация программы позволит получить следующие результаты:

- ➔ проведено 40 мероприятий;
- ➔ вовлечено и обучено 500 человек;
- ➔ создано 50 стартап-проектов.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Для дальнейшего развития технологического предпринимательства в Челябинской области предложены следующие решения:

- ➔ «IT-Park-74» – региональный оператор фонда «Сколково» г. Челябинска, – предложил 6 проектам формировать заявки на резидентов фонда. На данный момент проекты «Учебные тренажеры для отработки практических навыков для студентов-стоматологов», «Онлайн-платформа для оказания психологической помощи», «ParseR (Parse Root)», «Сити-ферма», «Программная платформа Perfume», «Туристическая GPS метка» проходят подготовку в «IT-Park-74»;
- ➔ Ведется работа по поддержке проектов от технологических партнеров. АО «КОНАР» заинтересован в финансировании проектов «Стенд балансировки гребных винтов» и «traffiConar»;
- ➔ Команда с проектом «traffiConar» получила свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2022684388 от 13.12.2022;
- ➔ Проект «Учебные тренажеры для отработки практических навыков для студентов-стоматологов» осуществил первые продажи своей продукции и показал рентабельность в 500 %;
- ➔ Проведена работа с командами по подаче заявок на участие в конкурсах от Фонда содействия инновациям «УМНИК», «Студенческий стартап». Также направили предложение принять участие в инновационной программе «Стартап как диплом».

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В 2022 г.

За 10 недель программы проведено 48 мероприятий различной направленности. Проведена организационная, трекерская, лекторская и экспертная работа с 974 участниками региона в созданных 67 проектных командах. Все участники программы получили опыт в области предпринимательства, создания собственного стартапа, работы в команде и познакомились с представителями региональной экосистемы. 20 лучших проектов, определенных на Демо-дне, получили денежные призы.

ПАРТНЕРЫ ПРОЕКТА

- ☑ ФГБОУ ВО «ЧелГУ», г. Челябинск.
- ☑ ФГБОУ ВО ЮУГМУ Минздрава России, г. Челябинск.
- ☑ ФГБОУ ВО «Юурггпу», г. Челябинск.
- ☑ ФГБОУ ВО РАНХиГС при Президенте Российской Федерации Челябинский филиал, г. Челябинск.

- ☑ Уральский филиал Финансового университета, г. Челябинск.
- ☑ ЧОУВО МИДиС, г. Челябинск.
- ☑ Министерство экономического развития Челябинской области.
- ☑ ООО «Технопарк ИТ», г. Челябинск.
- ☑ ООО «АрСиТи», г. Магнитогорск.
- ☑ ООО «Проаналитикс», г. Челябинск.
- ☑ ООО «Крановые технологии», г. Челябинск.
- ☑ ООО «Уральский инжиниринговый центр», г. Челябинск.
- ☑ ООО «ТРИДИВИ», г. Челябинск.
- ☑ Группа компаний «InSmart», г. Челябинск.
- ☑ ООО «Стратегия роста», г. Челябинск.
- ☑ ООО «СтендАп Инновации», г. Челябинск.
- ☑ ООО «Нейротехнолоджи», г. Москва.
- ☑ ООО «Нейрокс», г. Челябинск.
- ☑ ООО «ЕВА Лаб», г. Челябинск.
- ☑ ООО «Курсир», г. Челябинск.
- ☑ ООО «Мир электромобилей», г. Москва.
- ☑ ООО «Блик Технолоджи», г. Челябинск.
- ☑ ООО «Стартех», г. Москва.



Рис. 1. Финалисты программы



Рис. 2. Разработка участников программы «Бипер для поиска потерявшихся туристов»



Рис. 3. Сертификаты участия в программе



Рис. 4. Проект для тренировки студентов на учебных тренажерах с целью отработки практических навыков студентов-стоматологов

ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКАЯ ТОЧКА КИПЕНИЯ

Руководитель проекта – и.о. ректора А.Р. Вагнер
Научный руководитель – первый проректор-проректор по научной работе А.В. Коржов
Директора программы – В.В. Батуев, Е.В. Бунова

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью создания «Предпринимательской Точки Кипения» на базе Университетской Точки Кипения ЮУрГУ является организация центра предпринимательской экосистемы Челябинского региона, объединяющей студентов, сотрудников вузов и партнеров для развития технологического предпринимательства, привлечения инвестирования в лучшие технологические стартапы и инновационного развития региона.

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- ➔ Популяризация предпринимательства и развитие профессиональных компетенций в области предпринимательства у студентов, аспирантов, преподавателей и других участников ПТК.
- ➔ Поддержка и развитие студенческих инициатив по разработке проектов и созданию стартапов.
- ➔ Обеспечение пространства для коммуникации и взаимодействия между студентами и представителями бизнес-сообщества, а также привлечение инвестирования в лучшие технологические стартапы.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

Реализация программы с 2022 по 2024 гг. позволит получить следующие результаты:

- ➔ проведено 108 мероприятий;
- ➔ вовлечено и обучено 6300 человек.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Создание центра экосистемы, объединяющей студентов, сотрудников и партнеров вуза для активизации

предпринимательской деятельности в вузе и развития прорывных технологий в рамках инновационного развития страны. Создание ПТК на базе существующей УТК ЮУрГУ позволит активизировать технологическое предпринимательство не только в вузах Челябинской области, но и на Южном Урале в целом.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В 2022 г.

- ☑ За 4 месяца 2022 г. проведено 112 очных мероприятий, которые посетило 2244 человека. Соотношение доли индивидуальных и командных мероприятий составило 54 % и 46 % соответственно. Проведены мероприятия по таким рынкам НТИ, как AeroNet, AutoNet, TechNet, NealthNet, а также по сквозным технологиям – технологиям хранения и анализа больших данных.
- ☑ В рамках реализации программы:
 - привлечено 10 организаций-партнеров;
 - зарегистрировано в системе НТИ 5 экспертов.
- ☑ В СМИ размещено 29 информационных сообщений об основных результатах реализации Программы.
- ☑ Также в ходе реализации программы налажено взаимодействие с вузами города: ЧОУВО «МИДиС» и ФГБОУ ВО «ЮУГМУ». На базе данных учреждений высшего образования проведены мероприятия, которые позволили охватить значительное число студентов и преподавателей этих вузов и наладить взаимодействие в области технологического предпринимательства. Проведенные мероприятия ПТК были

- ☑ сгруппированы по трем блокам: первый блок – это популяризация и обучение предпринимательству, второй блок – это поиск идей и анализ технологий, третий блок – это проработка технологий разработки MVP продукта. Реализация мероприятий вышеперечисленных блоков позволяет вовлечь студентов в технологическое предпринимательство.

- ☑ ООО «Проаналитикс», г. Челябинск.
- ☑ ООО «Мир электромобилей», г. Москва.
- ☑ ООО «Инфинити», г. Челябинск.
- ☑ ЧелГУ, МИДИС, Уральский филиал Финансового университета при президенте РФ, Челябинский филиал РАНХиГС, ЮУГМУ, МГТУ им. Г.И. Носова.

ПАРТНЕРЫ ПРОЕКТА

- ☑ ООО «АрСиТи», г. Магнитогорск.
- ☑ ООО «ТРИДИВИ», г. Челябинск.
- ☑ ООО «Курсир», г. Челябинск.
- ☑ Группа компаний «InSmart», г. Челябинск.
- ☑ ООО «Нейротехнолоджи», г. Москва.
- ☑ ООО «Нейрокс», г. Москва.
- ☑ ООО «ЕВА Лаб», г. Челябинск.
- ☑ ООО «Блик Технолоджи», г. Челябинск.



Рис. 1. Руководитель Проектного офиса Фонда развития предпринимательства Челябинской области (центр «Мой бизнес»)



Рис. 2. Победители кейс-чемпионата



Рис. 3. Презентация проекта



Рис. 4. Мероприятие, направленное на знакомство участников ПТК

СОДЕРЖАНИЕ

Приветственное слово и.о. ректора А.Р. Вагнера.....	3
Научные достижения ЮУрГУ.....	4

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ 1: ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Кулик С.П., Подошведов С.А. Инженерия состояний света для квантовых вычислений и сенсорики.....	8
Закиров Р.А. Создание высокотехнологичного производства унифицированного семейства транспортных средств «Арктический автобус» для организации безопасной перевозки пассажиров и мобильных пунктов социальной сферы в районах Крайнего Севера в условиях низких температур (до минус 50 °С) для обеспечения связанности территорий Арктической зоны Российской Федерации.....	10
Закиров Р.А. Создание высокотехнологичного производства экологически чистых универсальных коммунальных машин малого класса для всесезонного содержания и уборки городских территорий.....	12
Закиров Р.А. Разработка аэродромной подметально-продувочной машины, входящей в состав комплекса аэродромных машин нового поколения.....	14
Григорьев М.А. Разработка и постановка на высокотехнологическое производство комплектных транзисторных устройств на базе многоуровневых преобразователей частоты широкой номенклатуры с улучшенными энергетическими и надежностными показателями.....	16
Соколинский Л.Б. – руководитель проекта, Шестаков А.Л. – научный руководитель. Математические основы, модели и алгоритмы цифровой индустрии.....	18
Ваулин С.Д. Исследование, разработка и создание демонстраторов технологий одноступенчатой многоразовой ракеты-носителя вертикального взлёта и посадки.....	20
Костромитин К.И. Интеллектуальные методы обеспечения кибербезопасности промышленных сетей автоматизированных систем управления технологическими процессами предприятий.....	22
Иванов М.А. Разработка системы автоматизированного визуального контроля сварных швов на основе нейросетевых технологий.....	24
Ардашев Д.В. Разработка научных основ нанесения качественного твердохромового покрытия на титановые детали с дискретным изменением времятоковых параметров процесса хромирования.....	26
Вахитов М.Г. Разработка теоретических и экспериментальных основ выявления скрытых повреждений композитных материалов радиоволновым методом.....	28
Сергеев Ю.С. Разработка аналитических и технологических основ для моделирования размерного вибродиспергирования волокнистых - коллагенсодержащих, растительных и минеральных – отходов со сложной структурой с целью реализации воксельного принципа построения из них многокомпонентных композитов при рециклинге.....	30
Шипулин Л.В. Разработка методики проектирования операций высокоскоростной обработки на основе использования цифрового двойника процесса.....	32
Воронин С.Г. Исследование способов управления преобразованием энергии в электромеханических системах с постоянными магнитами.....	34
Григорьев М.А. Создание основ теории новых типов электроприводов с улучшенными технико-экономическими, энергетическими и надежностными показателями, и синтез методов проектирования этих систем.....	36
Акинцева А.В. – руководитель проекта, Переверзев П.П. – научный руководитель. Разработка методического и математического обеспечения для создания автоматизированной информационной системы контроля управляющих программ на возможность обеспечения заданной точности и шероховатости обрабатываемой поверхности при изготовлении партии деталей на операциях плоского шлифования с ЧПУ.....	38
Шепелёв В.Д. Система мониторинга и управления выбросами от автотранспорта на основе применений нейросетевых алгоритмов (ИС «AIMS-Eco»).....	40
Сапожников С.Б. Разработка новых методов обнаружения и управления локальными ударными повреждениями авиационных конструкций из ПКМ.....	42
Соколинский Л.Б. Разработка сверхмасштабируемых моделей, методов и алгоритмов для решения нестационарных задач оптимизации на основе синтеза суперкомпьютерных нейросетевых технологий.....	44
Цымблер М.Л. Разработка высокомасштабируемых методов и алгоритмов интеллектуального анализа сверхбольших временных рядов на вычислительных кластерах с многоядерными ускорителями.....	46
Неустроев Н.И. – руководитель проекта, Ганджа С.А. – научный руководитель. Фундаментальные исследования по созданию комбинированного магнитного и газодинамического подвеса для модельного ряда высокоскоростных микротурбинных энергоустановок нового поколения.....	48

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ 2: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ СИНТЕЗА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Барташевич Е.В., Гришина М.А., Ракитин О.А., Мишнев М.В – руководители проекта. На пути к новым гибридным материалам: цифровое моделирование структуры и свойств от атомно-молекулярного уровня до наночастиц.....	50
Жеребцов Д.А. Металл-органические координационные полимеры с галоген- и пниктогенсодержащими лигандами: «нетрадиционные» нековалентные взаимодействия как инструмент для создания новых функциональных материалов.....	52
Барташевич Е.В. Тетрельные связи в химических соединениях подгруппы углерода: многомасштабное моделирование структуры и направленная функционализация материалов.....	54

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ 2: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ СИНТЕЗА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Клыгач Д.С. Исследование электродинамических параметров функциональных материалов в широком диапазоне частот при сверхнизких температурах.....	56
Сапожников С.Б. Разработка новых полимерных волокнистых композитных материалов с управляемой нелинейностью механического поведения и методов проектирования из них элементов турбовентиляторных двигателей.....	58
Винник Д.А. Создание и исследование свойств высокоэнтропийных оксидных фаз со структурой магнетоплюмбита.....	60
Остовари М.А. Новые высокоэнтропийные интерметаллические соединения в качестве основы материалов следующего поколения.....	62
Трофимов Е.А. Синтез, изучение структуры и свойств высокоэнтропийных интерметаллидов	64
Барташевич Е.В. Природа механических свойств молекулярных кристаллов с выраженной ориентацией галогенных связей: уровень моделирования структуры и свойств электронной плотности.....	66
Винник Д.А. Фазовые равновесия в оксидных системах, являющихся основой технологии выращивания монокристаллов гексаферрита бария, замещённого титаном и алюминием.....	68
Авдин В.В. Поверхностные молекулярные дефекты нанокристаллических оксидных материалов.....	70
Седухин В.В. – руководитель проекта, Анискин А.Н. – научный руководитель. Моделирование фазового состава с целью разработки основ создания градиентных материалов с различными функциональными свойствами.....	72
Ефремов А.Н. – руководитель проекта, Шарутина О.К. – научный руководитель. Синтез и изучение особенностей строения сурьмаорганических производных с галогенсодержащими фенолами и карбоновыми кислотами.....	74
Найферт С.А. – руководитель проекта, Авдин В.В., Жеребцов Д.А. – научные руководители. Диацетиленовые производные пирена как основа для получения новых форм углерода.....	76

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ 3: ЭКОСРЕДА ПОСТИНДУСТРИАЛЬНОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Станкович Д.М., Авдин В. В. – руководители проекта. Инновации для очистки воздуха и воды, снижение углеродного следа: наноматериалы и нанокompозиты, фотокаталитические и электрохимические подходы.....	78
Капелюшин Ю.В. Исследование физико-химических, газодинамических процессов и напряжённо-деформированного состояния двигательных установок с центральным телом для многоразовых ракет-носителей.....	80
Соломин Е.В. Методология многопараметрической оптимизации опреснительной установки для грунтовых и морских минеральных вод, на основе возобновляемых источников энергии.....	82
Крупнова Т.Г. Эколого-геохимические закономерности распределения и идентификация источников потенциально токсичных элементов в составе дорожной пыли, почв, снежного покрова и атмосферных аэрозолей г. Челябинска.....	84
Uday D Bagale Разработка концептуальной методологии применения нетепловых технологий дуального типа в синтезе аутентичных биоактивных пищевых ингредиентов, биодоступных в составе пищевых систем..	86
Капелюшин Ю.В. Исследование процесса прямого восстановления железа из брэксов, изготовленных из пыли ЭДП методом жёсткой экструзии, с последующим получением чугуновых мелющих тел.....	88
Спиридонов Е.К. Исследование и разработка пневматического запорного устройства для предотвращения выхлопа агрессивных газов.....	90
Сулеймен Б. – руководитель проекта, Рошин В.Е. – научный руководитель. Механизм селективного восстановления и извлечения железа из оолитового гематита с высоким содержанием фосфора.....	92
Смирнов К.И. – руководитель проекта, Рошин В.Е. – научный руководитель. Механизм и кинетика процесса восстановления металлов из титаномангнетитовых и ильменитовых руд.....	94
Косдаулетов Н. – руководитель проекта, Рошин В.Е. – научный руководитель. Селективное восстановление и разделение металлов железомарганцевых руд.....	96
Адилев Г. – руководитель проекта, Рошин В.Е. – научный руководитель. Переработка шлака Карабашского медеплавильного комбината с получением мелющих тел и пропантов.....	98

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ 4: ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА В ЭПОХУ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБЩЕСТВА

Епимахов А.В. Изучение региона в контексте глобально-исторических связей с помощью методов цифровой гуманитаристики (на примере Челябинска и Челябинской области).....	100
Епимахов А.В. Миграции человеческих коллективов и индивидуальная мобильность в рамках мультидисциплинарного анализа археологической информации (бронзовый век Южного Урала).....	102
Калинина И.В. Новые подходы к разработке эффективных биологически активных добавок на основе инкапсуляции биологически активных веществ в дрожжи <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	104
Потороко И.Ю. Бифункциональные эмульсии Пикеринга на основе модифицированных растительных стабилизаторов для пищевых систем нового поколения.....	106
Андреев А.Н. Прихожане Златоустовского костела и их роль в социальной модернизации горнозаводской зоны Южного Урала в конце XIX – начале XX вв.....	108
Таиров А.Д. Архитектура социума и духовная культура кочевников Южного Урала в раннем железном веке.....	110
Макаров Г.И. Исследование взаимодействий в тройных комплексах «растущий пептид – рибосомный туннель – антибиотик».....	112

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ 4: ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА В ЭПОХУ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБЩЕСТВА

Фаткуллин Р.И. Изучение механизмов и разработка технологии инкапсуляции биологически активных веществ методом комплексной коацервации.....	114
Гришина М.А. Перепрофилирование лекарств и проверка перспективных соединений против основной протеазы и РНК-зависимой РНК-полимеразы SARS-CoV2.....	116
Волков Е.В. Казаки Челябинска во второй четверти XVIII – первой четверти XX в.: формирование, повседневная и общественная жизнь.....	118
Таиров А.Д. Культура и общество ранних кочевников Южного Зауралья (по материалам могильника Кичигино).....	120

СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ

Пеннер Р.В. Цифровая грамотность: междисциплинарное исследование (региональный аспект).....	122
Зыховская Н.Л. Литературное творчество Южного Урала в системе региональной идентичности: конструирование, репрезентация и продвижение в цифровом пространстве.....	124
Волков Е.В. Городской кинотеатр советской эпохи: трансформация социального пространства (Москва – Ленинград – Челябинск).....	126
Коваленко Е.В. – руководитель проекта, Кузменко Ю.Г. – научный руководитель проекта. Исследование взаимодействия информационных потоков в аспекте формирования технологической сущности интернет-маркетинга предприятий малого бизнеса.....	128
Кравченко Е.В. – руководитель проекта, Никонова О.Ю. – исполнитель проекта. Дети и война: трансформация детства в России в условиях Первой мировой и Гражданской войн.....	130
Добрынина Я.С. Влияние новых медиа на восприятие состояния окружающей среды населением как фактор возникновения экологической тревожности.....	132

Вагнер А.Р. – руководитель проекта, Коржов А.В. – научный руководитель проекта. Акселерационная программа ЮУрГУ 2022	134
Вагнер А.Р. – руководитель проекта, Коржов А.В. – научный руководитель проекта, Батуев В.В, Бунова Е.В.– директора программы. Предпринимательская Точка кипения	136

Дизайн и верстка издания выполнены
в Учебно-производственном центре рекламных технологий
Управление медиакоммуникаций и мониторинга ЮУрГУ
Руководитель проекта: Панфилова Г. Н.
Дизайн и верстка: Коротова А. С.
Редактура и корректура: Уварова С. И.

Издательский центр Южно-Уральского государственного университета

Подписано в печать 31.01.2023. Формат 60x84 1/8. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 16,74. Тираж 100 экз. Заказ 13.

Отпечатано в Учебно-производственном центре рекламных технологий
Управления маркетинга и стратегических коммуникаций ЮУрГУ.
454080, г. Челябинск, ул. С. Кривой, 79.





ЮУрГУ

454080, г. Челябинск, пр Ленина, 76,
ауд. 823/главный корпус ЮУрГУ
тел.: +7 (351) 267-90-61, 272-32-52
E-mail: uni@susu.ru

www.susu.ru