

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСИС»

НАУКА МИСИС 2023

Москва 2024

УДК 378:001

Н34

Наука МИСИС 2023

Научное издание

Ответственный редактор

Александр Новиков

Настоящее издание – отчет о научной и инновационной деятельности университета НИТУ МИСИС, в том числе филиалов, институтов, кафедр, лабораторий и центров за 2023 год.

СОДЕРЖАНИЕ

ИТОГИ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УНИВЕРСИТЕТА В 2023 ГОДУ	7
Филонов Михаил Рудольфович, проректор по науке и инновациям, д-р техн. наук, профессор	
I. ИНСТИТУТ ЭКОТЕХНОЛОГИЙ И ИНЖИНИРИНГА.....	23
Травянов Андрей Яковлевич, директор института, канд. техн. наук	
КАФЕДРА ИНЖИНИРИНГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	26
Карфидов Алексей Олегович, заведующий кафедрой	
КАФЕДРА ЛИТЕЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ.....	30
Белов Владимир Дмитриевич, заведующий кафедрой, д-р техн. наук	
КАФЕДРА МЕТАЛЛОВЕДЕНИЯ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ.....	36
Солонин Алексей Николаевич, заведующий кафедрой, канд. техн. наук	
КАФЕДРА МЕТАЛЛУРГИИ СТАЛИ, НОВЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛОВ.....	40
Дуб Алексей Владимирович, заведующий кафедрой, д-р техн. наук	
КАФЕДРА ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ.....	43
Алещенко Александр Сергеевич, заведующий кафедрой, канд. техн. наук	
КАФЕДРА ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ.....	46
Левашов Евгений Александрович, заведующий кафедрой, д-р техн. наук	
КАФЕДРА СЕРТИФИКАЦИИ И АНАЛИТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ.....	50
Филичкина Вера Александровна, заведующая кафедрой, канд. хим. наук	
КАФЕДРА ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	53
Овчинникова Татьяна Игоревна, заведующий кафедрой, д-р техн. наук	
КАФЕДРА ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И ЗОЛОТА И ЦЕНТР ИНЖИНИРИНГА ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	56
Тарасов Вадим Петрович, заведующий кафедрой, директор центра, д-р техн. наук.	
КАФЕДРА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	62
Торохов Геннадий Валерьевич, заведующий кафедрой, канд. техн. наук	
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР «ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ»	65
Карпов Борис Владимирович, директор центра	
II. ИНСТИТУТ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И НАНОТЕХНОЛОГИЙ.....	66
Калошкин Сергей Дмитриевич, директор института, д-р физ.-мат. наук, профессор	
КАФЕДРА МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ.....	67
Оганов Артём Ромаевич, заведующий кафедрой, профессор, д-р физ.-мат. наук	
КАФЕДРА МЕТАЛЛОВЕДЕНИЯ И ФИЗИКИ ПРОЧНОСТИ	71
Никулин Сергей Анатольевич, заведующий кафедрой, д-р техн. наук	
КАФЕДРА ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ.....	74
Диденко Сергей Иванович, заведующий кафедрой, канд. физ.-мат. наук	
КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ И КВАНТОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	77
Мухин Сергей Иванович, заведующий кафедрой, д-р физ.-мат. наук	
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОНИКИ.....	80
Костишин Владимир Григорьевич, заведующий кафедрой, д-р физ.-мат. наук	
КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ.....	84
Савченко Александр Григорьевич, заведующий кафедрой, канд. физ.-мат. наук	

СОДЕРЖАНИЕ

КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ.....	90
Салимон Алексей Игоревич, заведующий кафедрой, канд. физ.-мат. наук	
КАФЕДРА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОСИСТЕМ И ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	94
Кузнецов Денис Валерьевич, заведующий кафедрой, канд. техн. наук	
ЛАБОРАТОРИЯ «МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАГНИТНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ».....	97
Щетинин Игорь Викторович, заведующий лабораторией, канд. техн. наук	
ЛАБОРАТОРИЯ ФИЗИКИ ОКСИДНЫХ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКОВ.....	101
Киселев Дмитрий Александрович, заведующий лабораторией, канд. физ.-мат. наук	
ЛАБОРАТОРИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	105
Чердынцев Виктор Викторович, заведующий лабораторией, канд. физ.-мат. наук	
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ И УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР АКУСТООПТИКИ.....	108
Молчанов Владимир Яковлевич, директор центра, канд. физ.-мат. наук	
НАУЧНО-УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА МИСИС-ИСМАН.....	110
Левашов Евгений Александрович, директор НУЦ СВС, д-р техн. наук	
III. ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК.....	114
Солодов Сергей Владимирович, директор института, канд. техн. наук	
КАФЕДРА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ДИЗАЙНА.....	115
Коржов Евгений Геннадьевич, и.о. заведующего кафедрой, канд. техн. наук	
КАФЕДРА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ.....	117
Темкин Игорь Олегович, заведующий кафедрой, д-р техн. наук	
КАФЕДРА БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКИ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ.....	119
Пятецкий Валерий Ефимович, заведующий кафедрой, д-р техн. наук	
КАФЕДРА ИНЖЕНЕРНОЙ КИБЕРНЕТИКИ.....	121
Ефимов Альберт Рувимович, заведующий кафедрой, канд. филос. наук	
КАФЕДРА «МАГИСТЕРСКАЯ ШКОЛА ИНФОРМАЦИОННЫХ БИЗНЕС СИСТЕМ».....	124
Нежурина Марина Игоревна, заведующая кафедрой, канд. техн. наук	
IV. ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ.....	127
Митенков Алексей Владимирович, директор института, канд. филос. наук	
КАФЕДРА ИНДУСТРИАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ.....	129
Квант Владимир Львович, заведующий кафедрой, д-р экон. наук	
КАФЕДРА ПРОМЫШЛЕННОГО МЕНЕДЖМЕНТА.....	132
Костюхин Юрий Юрьевич, заведующий кафедрой, д-р экон. наук	
КАФЕДРА ЦИФРОВОГО МЕНЕДЖМЕНТА И ИННОВАТИКИ.....	135
Жагловская Анна Валериевна, и.о. заведующий кафедрой, канд. экон. наук	
V. ИНСТИТУТ БАЗОВОГО ОБРАЗОВАНИЯ.....	137
Подвойская Наталия Леонидовна, директор института, канд. полит. наук	
КАФЕДРА ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ И КОММУНИКАТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	139
Бондарева Лилия Владимировна, заведующий кафедрой, канд. полит. наук	
КАФЕДРА ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	142
Кузнецова Ксения Александровна, и.о. заведующего кафедрой	
КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ.....	146
Давыдов Алексей Александрович, заведующий кафедрой, д-р физ.-мат. наук	
КАФЕДРА ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ.....	149
Пестряк Ирина Васильевна, заведующий кафедрой, д-р техн. наук	

КАФЕДРА СОЦИАЛЬНЫХ НАУК И ТЕХНОЛОГИЙ.....	152
Тимошук Нина Александровна, и.о. заведующего кафедрой, д-р пед. наук	
КАФЕДРА ФИЗИКИ	155
Ушаков Иван Владимирович, заведующий кафедры, д-р техн. наук	
КАФЕДРА ЭКОНОМИКИ.....	158
Елисеева Евгения Николаевна, и.о. заведующего кафедрой экономики, канд. экон. наук.	
ЦЕНТР РУССКОГО ЯЗЫКА.....	161
Тимошенко Татьяна Евгеньевна, директор центра, канд. пед. наук	
VI. ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ.....	163
Мяков Александр Викторович, директор института, д-р экон. наук, профессор	
КАФЕДРА БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЯ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	164
Коликов Константин Сергеевич, заведующий кафедры, д-р техн. наук	
КАФЕДРА ГЕОТЕХНОЛОГИИ ОСВОЕНИЯ НЕДР	167
Мельник Владимир Васильевич, заведующий кафедрой, д-р техн. наук	
КАФЕДРА ОБОГАЩЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ.....	170
Юшина Татьяна Ивановна, заведующий кафедрой, канд. техн. наук	
КАФЕДРА ЭНЕРГЕТИКИ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	173
Кутепов Антон Григорьевич, и.о. заведующего кафедрой, канд. техн. наук	
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ПРИКЛАДНАЯ ГЕОМЕХАНИКА И КОНВЕРГЕНТНЫЕ ГОРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»	176
Еременко Виталий Андреевич, директор центра, д-р техн. наук	
НАУЧНО-УЧЕБНАЯ ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «ФИЗИКО-ХИМИИ УГЛЕЙ»	179
Эпштейн Светлана Абрамовна, заведующая лабораторией, д-р техн. наук	
ПРОЕКТНО-ЭКСПЕРТНЫЙ ЦЕНТР.....	182
Супрун Валерий Иванович, директор центра, д-р техн. наук	
VII. НАУЧНЫЙ КОМПЛЕКС.....	184
ДИЗАЙН-ЦЕНТР КВАНТОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	184
Малеева Наталия Андреевна, директор центра, канд. физ.-мат. наук	
ИНЖИНИРИНГОВЫЙ ЦЕНТР БЫСТРОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ ВЫСОКОЙ СЛОЖНОСТИ «КИНЕТИКА».....	187
Пирожков Владимир Вячеславович, директор центра	
ЛАБОРАТОРИЯ «БИОМЕДИЦИНСКИЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ».....	188
Абакумов Максим Артемович, заведующий лабораторией, канд. хим. наук	
ЛАБОРАТОРИЯ ГИБРИДНЫХ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	192
Петровский Павел Владимирович, заведующий лабораторией, канд. техн. наук	
ЛАБОРАТОРИЯ КАТАЛИЗА И ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕВОДОРОДОВ.....	194
Громов Александр Александрович, заведующий лабораторией, д-р техн. наук	
ЛАБОРАТОРИЯ КВАНТОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	199
Федоров Алексей Константинович, заведующий лабораторией, PhD	
ЛАБОРАТОРИЯ КРИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ.....	202
Шитов Сергей Витальевич, и.о. заведующего лабораторией, д-р физ.-мат. наук	
ЛАБОРАТОРИЯ «ЛАЗЕРНО-УЛЬТРАЗВУКОВЫХ МЕТОДОВ ИНТРОСКОПИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ»	205
Карабутов Александр Алексеевич, заведующий лабораторией, д-р физ.-мат. наук	
ЛАБОРАТОРИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	209
Шулятев Дмитрий Александрович, заведующий лабораторией, канд. техн. наук	

СОДЕРЖАНИЕ

ЛАБОРАТОРИЯ НАНОХИМИИ И ЭКОЛОГИИ.....	212
Кустов Леонид Модестович, заведующий лабораторией, д-р хим. наук	
ЛАБОРАТОРИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	215
Акихиса Иноуэ, заведующий лабораторией, канд. техн. наук	
ЛАБОРАТОРИЯ СВЕРХПРОВОДНИКОВЫХ КВАНТОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	217
ЛАБОРАТОРИЯ СПЛАВОВ С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ	221
Шереметьев Вадим Алексеевич, заведующий лабораторией, канд. техн. наук	
ЛАБОРАТОРИЯ «УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ».....	223
Михайловская Анастасия Владимировна, заведующий лабораторией, канд. техн. наук	
ЛАБОРАТОРИЯ УСКОРЕННЫХ ЧАСТИЦ.....	226
Корсунский Александр Михайлович, заведующий лабораторией, PhD	
ЛАБОРАТОРИЯ «ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ НИЗКОРАЗМЕРНЫЕ СТРУКТУРЫ».....	229
Турутин Андрей Владимирович, заведующий лабораторией, к.ф.-м.н.	
МЕЖКАФЕДРАЛЬНАЯ УЧЕБНО-ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ».....	234
Забелина Евгения Викторовна, заведующая лабораторией, канд. физ.-мат. наук	
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ БИОФИЗИКИ.....	237
Ерофеев Александр Сергеевич, заведующий лабораторией, канд. физ.-мат. наук	
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «ГИБРИДНЫЕ НАНОСТРУКТУРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ»	240
Комиссаров Александр Александрович, заведующий лабораторией, канд. техн. наук	
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КОНСТРУКЦИОННЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ»	243
Московских Дмитрий Олегович, директор центра, канд. техн. наук	
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «НЕОРГАНИЧЕСКИЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ».....	246
Штанский Дмитрий Владимирович, директор НИЦ «Неорганические наноматериалы», д-р физ.-мат. наук	
Сорокин Павел Борисович, заведующий лабораторией Цифрового материаловедения, д-р физ.-мат. наук	
НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ТКАНЕВОЙ ИНЖЕНЕРИИ И РЕГЕНЕРАТИВНОЙ МЕДИЦИНЫ	250
Кудан Елизавета Валерьевна, и.о. зав. лабораторией, д-р биол. наук, канд. хим. наук	
НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ».....	254
Голицын Лев Викторович, директор центра	
НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ.....	257
Ховайло Владимир Васильевич, заместитель директора по научной работе, д-р физ.-мат. наук	
ЦЕНТР ИНФРАСТРУКТУРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И ПАРТНЕРСТВА MEGASCIENCE	260
Дубинин Михаил Николаевич, руководитель центра, д-р физ.-мат. наук	
ЦЕНТР КВАНТОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ НТИ	263
Димитриенко Алексей Александрович, зам. директора центра	
ЦЕНТР КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЯ».....	266
Табачкова Наталия Юрьевна, директор центра, канд. физ.-мат. наук.	
VIII. ФИЛИАЛЫ.....	270
ГУБКИНСКИЙ ФИЛИАЛ.....	270
Кожухов Алексей Александрович, директор филиала, д-р техн. наук	
НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ.....	272
Котова Лариса Анатольевна, директор филиала	
СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА	274
Боева Анна Вячеславовна, директор филиала, канд. пед. наук	

ИТОГИ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УНИВЕРСИТЕТА В 2023 ГОДУ



**Филонов Михаил Рудольфович,
проректор по науке и инновациям,
доктор технических наук, профессор**

В начале 2023 года НИТУ МИСИС посетил Министр науки и высшего образования Российской Федерации Валерий Николаевич Фальков. Он встретился с молодыми учёными, ведущими разработки по перспективным научным направлениям, посетил передовые подразделения Университета: Научно-об-

разовательный центр биомедицинской инженерии, Лаборатория перспективной солнечной энергетики, Лаборатория квантовых информационных технологий и Научно-исследовательская лаборатория «Биофизики».

В НИТУ МИСИС работают десятки научных подразделений, центров и лабораторий, оснащённых высокотехнологичным оборудованием, где внедряются инновационные разработки, используются новые материалы и технологии, многое делается для того, чтобы студенты, специалисты и исследователи могли реализовать свой потенциал, внести вклад в перспективные разработки и амбициозные научные проекты.



Еще одним знаменательным событием в 2023 году стала новость, что 27 июня с Космодрома «Восточный» в составе кластера МКА «УниверСат-2023» из 9 космических аппаратов, разработанных российскими университетами по программе Госкорпорации «Роскосмос» состоялся запуск малого космического аппарата (МКА) «Импульс-1». Спутник МКА «Импульс-1» разработан разработан НИТУ МИСИС и компанией «КуСПЭЙС Технологии».

Научно-исследовательский центр биомедицинской инженерии, Лаборатория перспективной солнечной энергетики, Лаборатория квантовых информационных технологий и Научно-исследовательская лаборатория «Биофизики».



Ученые и инженеры провели первые сеансы связи с малым космическим аппаратом (МКА) «Импульс-1» (это спутник формата 6U CubeSat). Спутник должен продемонстрировать возможность использования малых космических аппаратов для наблюдения за Солнцем в мягком рентгеновском диапазоне. Также на нем находится оборудование, позволяющее протестировать передачу информации по лазерному каналу связи. МКА с таким функционалом запущен в России впервые.

ИТОГИ 2023



Сотрудники НИТУ МИСИС на Космодроме «Восточный» и МКА «Импульс-1»

В Главном военном клиническом госпитале им. академика Н.Н. Бурденко провели первую в мире операцию с использованием биопринтера, состоящего из роборуки, системы биопечати и компьютерного зрения. Устройство разработано учеными НИТУ МИСИС и пионерами российской биопечати, компанией ЗД Биопринг Солюшнс. Траекторию подачи биополимера *in situ*, то есть сразу в рану, на месте программировал специалист университета после сканирования места повреждения. Хирург забрал клетки пациента из костного мозга, а затем добавил их в биочернила для печати. Сканирование и биопечать робот провел без участия человека. По мнению медиков центра, это оборудование открывает абсолютно новые возможности для лечения сложных обширных дефектов мягких тканей.

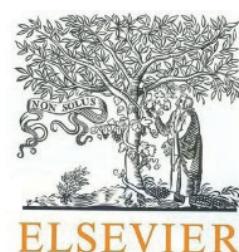


Результаты деятельности НИТУ МИСИС за 2023 год получили высокую экспертную оценку в России и за рубежом, что выражается, в том числе, в высоких позициях НИТУ МИСИС в престижных международных рейтингах.

Рейтинги

Издательство Elsevier BV, специализирующееся на публикации научных статей, опубликовало ежегодный рейтинг самых цитируемых ученых мира. В этом году в него вошли 37 исследователей НИТУ МИСИС, что свидетельствует о высокой значимости их научных работ как для России, так и для международного сообщества. В список попали только уче-

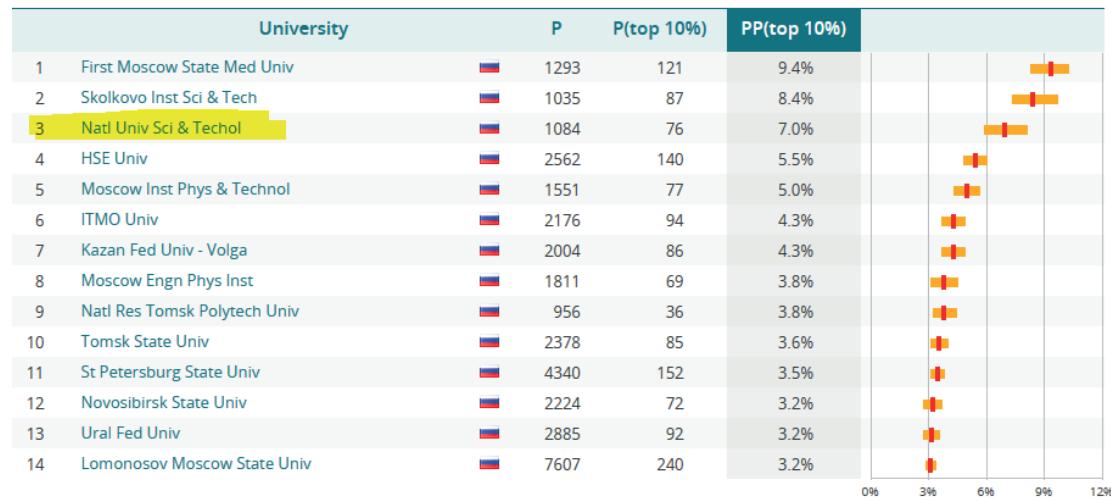
ные из второго перцентиля по ядру Scopus/Elsevier – это значит, что их работы входят в 2 % самых цитируемых научных трудов в мире.



30 января 2024 года Центр исследований науки и технологий (Centre for Science and Technology Studies) при Лейденском университете впервые подготовил специальный выпуск научометрическо-

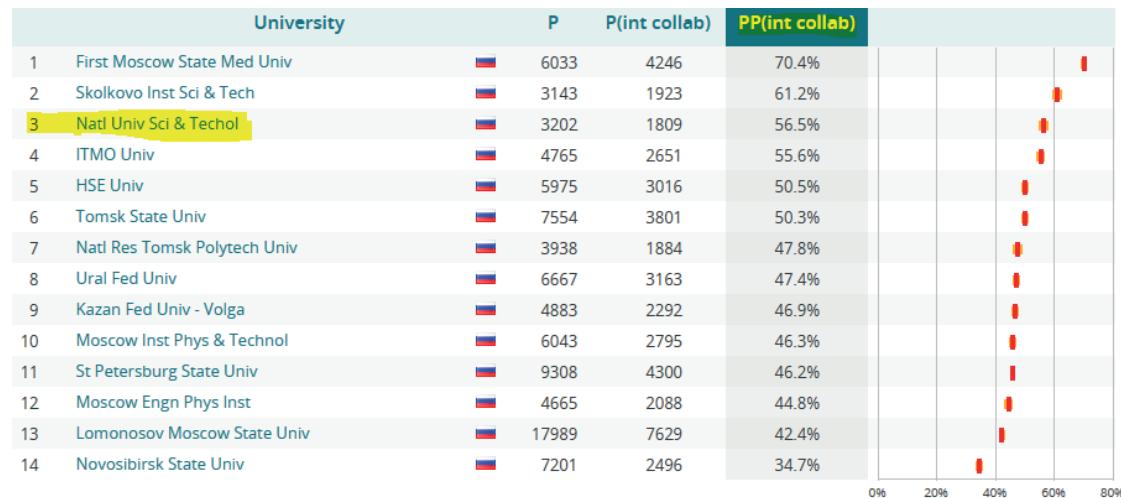
го рейтинга CWTS Leiden Ranking Open Edition. Далее представлены некоторые показатели рейтинга, в которых Университет занял лидирующие места.

1. Доля публикаций университета, которые по сравнению с другими публикациями в той же области и в том же году относятся к 10 % наиболее часто цитируемых – Место МИСИС в РФ – 3, в мире – 1121



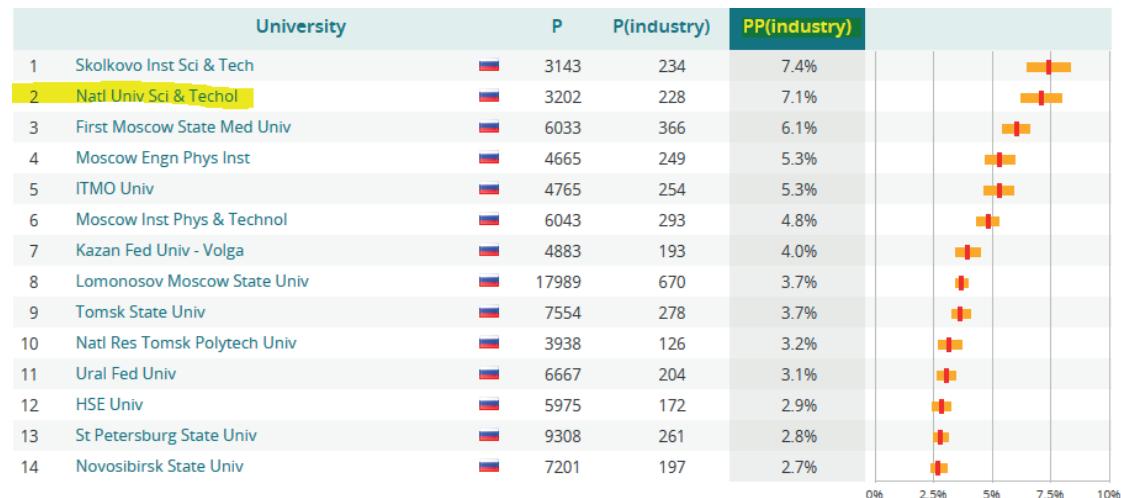
The CWTS Leiden Ranking Open Edition is based on bibliographic data from the OpenAlex database made by OurResearch.

2. Доля публикаций в коллаборации с зарубежными организациями – Место МИСИС в РФ – 3, в мире – 319



The CWTS Leiden Ranking Open Edition is based on bibliographic data from the OpenAlex database made by OurResearch.

3. Доля публикаций в коллаборации с промышленными/производственными предприятиями – Место МИСИС в РФ – 2, в мире – 499



The CWTS Leiden Ranking Open Edition is based on bibliographic data from the OpenAlex database made by OurResearch.

НИТУ МИСИС подтвердил свои позиции в топ-100 одного из наиболее авторитетных мировых рейтингов – Шанхайского предметного рейтинга университетов Global Ranking of Academic

Subjects (ARWU), заняв место в группе 76–100 по направлению «Инженерное дело в области металлургии». Среди российских вузов Университет занимает второе место в рейтинге.



SHANGHAI
RANKING



В Индексе изобретательской активности российских университетов МИСИС занял II место среди всех вузов России и стал лидером в 3 рейтингах: передовые технологии, чистая энергетика,

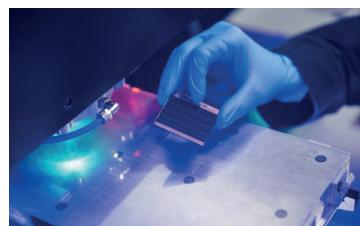
Университет МИСИС усилил свои позиции в рейтинге лучших вузов мира по версии агентства Round university ranking, заняв 264 место в мире и войдя в топ-5 вузов России. С 2018 года позиции Универ-

ситета выросли на 249 пунктов, и на 10 пунктов по сравнению с прошлым годом. МИСИС занял 1 место по стране в категориях – «Инженерное дело», «Материаловедение», «Энергетика».

ЭКСПЕРТ
АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

Достижения

- Международный коллектив ученых с участием исследователей НИТУ МИСИС предложил альтернативный наполнитель костных «3D-каркасов» на основе силиката кальция. Материал препятствует образованию биопленки бактерий на поверхности каркаса и в перспективе может применяться для имплантатов малонагруженных костей, например, черепа. (doi 10.3390/polym14193932)
- Ученые МИСИС представили новое покрытие для имплантатов, которое способно предотвратить развитие инфекций после операций. В основе разработки лежит использование внешнего рентгеновского воздействия, которое активизирует специальное покрытие на поверхности имплантата и эффективно борется с бактериями. (doi 10.1021/acsami.3c13242)
- Команда исследователей из Высшей школы экономики, Сколтеха, МПГУ и НИТУ МИСИС добилась новых успехов в разработке – компактного сенсорного прибора для биохимического анализа. На примере пленок из сывороточного альбумина ученые доказали, что поверхность чипа можно модифицировать для избирательного анализа многокомпонентных растворов. Чип позволит проводить точный анализ крови по микролитрам и в перспективе поможет медикам обнаруживать специфические маркеры болезней. (doi 10.1021/acs.analchem.2c03909)
- Ученые НИТУ МИСИС разработали прототип первовскитного солнечного элемента с продолжительностью работы 3500 часов, а также масштабировали его до фотомодуля. Добиться таких результатов позволило использование хлорных легирующих добавок в составе поглощающей первовскитной тонкой пленки. Уже сейчас прототипы можно использовать в виде компактных источников питания для малоощущенной электроники. Как отмечают исследователи, прототип готов к полевым испытаниям и пилотной апробации. (doi 10.1002/solr.202200941)

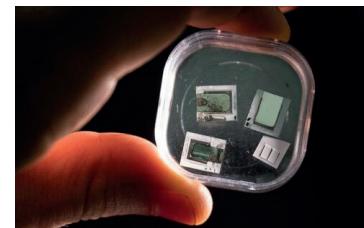


- Разработан и собран опытный образец кабины для фототерапии дерматозов и Т-клеточных лимфом кожи



- Ученые Томского политехнического университета совместно с коллегами из НИТУ МИСИС и Университета Вирджинии разработали экологичную технологию обескремнивания активированного цирконового концентрата при температуре 80–90 °C с последующим получением бадделеита. Такой метод позволит использовать отечественное сырье для производства металлического циркония и бадделеитовой керамики, необходимых для атомной отрасли, а также черной и цветной металлургии. (doi 10.1016/j.mineng.2022.107909)

- Ученые НИТУ МИСИС предложили новый метод создания миниатюрного магнитоэлектрического композита, который позволит уменьшить сверхчувствительные датчики для медицинских применений. (doi 10.3390/ma16020484)



- Коллектив российских ученых создал полимерную подложку, которая стимулирует рост и скорость прорастания семян пшеницы, что может стать новым этапом в развитии растениеводства и семеноводства. Исследователи также отмечают большой потенциал волокна на основе биоразлагаемых полизифиров в качестве укрывного материала для защиты рассады элитных сортов сельскохозяйственных культур от птиц и ветра. (doi 10.3390/polym15041029)



- Коллектив ученых НОЦ Биомедицинской инженерии Университета МИСИС получил патент на имплантат ушной раковины, предназначенный для устранения как врожденных дефектов, так и возникших в результате повреждения хряща из-за травм, ожогов, опухолей. Научно-техническая разработка велась обучающимися программы iPhD «Биоматериаловедение». (патент RU 2790402)



- Российские ученые предложили инновационный подход в борьбе с онкозаболеваниями, который позволит существенно снизить тяжелые побочные эффекты от лечения. Они разработали перспективное пролекарство Рибоплатин для комбинированной химиотерапии и фотодинамической терапии на основе платины Pt(IV) и фотосенсибилизатора (вещества, увеличивающего чувствительность тканей к воздействию света). Препарат контролируемо активизируется только в зоне злокачественного новообразования под действием синего света, не затрагивая необлученные ткани, открывая возможности для «точечной» химиотерапии. Дизайн предложенного пролекарства позволяет решить проблему токсичности и клеточной резистентности к традиционным противоопухолевым препаратам. (doi 10.1021/acsami.3c01771)
- В МИСИС представили первый в России «тканевой пистолет», который может останавливать кровотечения и запускать регенеративные процессы при ранениях легкой и средней степени тяжести. Устройство предназначено для работы в военно-полевых условиях и в зоне ЧС.



- Для защиты металлоконструкций морской и береговой инфраструктуры в условиях Арктики ученые НИТУ МИСИС предложили использовать композитное покрытие с добавлением органического полимера, которое не только активно препятствует распространению коррозии, но и обладает антиобледенительными свойствами. Морские и прибрежные объекты инфраструктуры, покрытые новым композиционным материалом, будут иметь длительный срок службы, что позволит значительно сэкономить средства на ремонте и замене оборудования. (doi 10.1016/j.surfcoat.2023.129621)

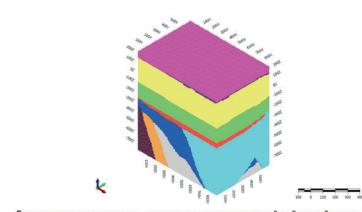
- Ученые НИТУ МИСИС разработали цифровой шприц-автомат, который поможет поставить укол самому себе или другим людям в домашних условиях практически безболезненно. Аппарат под названием «Комарик» успешно прошел пилотное тестирование на базе Многопрофильного клинического центра «Коммунарка» Департамента здравоохранения г. Москвы и при грантовой поддержке фонда «Сколково» выходит на рынок. Зарубежных аналогов этому устройству нет. (патент RU 2793052 С1)



- Ученые НИТУ МИСИС запатентовали улучшенный алюминиево-кальциевый сплав (системы Al – 8%Ca – 1%Ni – 2%Mn), который идеально подойдет для производства более долговечных двигателей легковых, грузовых и сельскохозяйственных машин. Благодаря уникальным характеристикам из него также можно изготовить сварно-литые конструкции и узлы в летательных аппаратах; приборную технику в космической промышленности, а также детали для кораблестроения, где требуется повышенная коррозионная стойкость. Новый сплав прост в изготовлении, для его производства требуется гораздо меньше финансовых и трудовых затрат по сравнению с традиционными сплавами. (doi 10.1016/j.matlet.2023.134797)
- Ученые Университета МИСИС запатентовали метод 3D-печати уникального трехмерного каркаса из ауксетических метаматериалов, который может быть использован для имплантатов, протезов и межпозвонковых кейджей в медицине будущего. (патент RU 2771391)



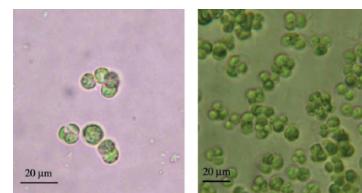
- Международная группа ученых предложила комплексный метод получения синтетического гипса из продуктов фильтрации вод, поступающих из природных источников. Из оставшихся после производства гипса отходов исследователи предлагают изготавливать сорбенты для удаления нефтепродуктов из рек, морей и океанов, а также фотокatalитические материалы для очистки сточных вод от красителей. Испытания полученных материалов показали, что они не только соответствуют всем требованиям, предъявляемым к веществам данного класса, но и могут использоваться в качестве удобрения. (doi 10.1007/s11356-022-24584-3)
- Ученые НИТУ МИСИС запатентовали улучшенный железо-никелевый материал, который подойдет для производства электротехнических устройств. Например, для магнитопроводов высокочастотных трансформаторов, катушек индуктивности, магнитных экранов и других электротехнических устройств, работающих в широком диапазоне частот – до 200 кГц и малых магнитных полях. Более того, новый материал позволяет снизить себестоимость изделий за счет использования недорогих легирующих элементов. (doi 10.1016/j.jallcom.2021.163085)
- Материаловеды НИТУ МИСИС совместно с коллегами из Московского Политеха впервые в мире предложили использовать кальций вместо редкоземельных металлов в сплавах на основе алюминия и меди для аддитивных технологий. Новый материал устойчив к перепадам высоких температур и значительно дешевле аналогов, поскольку стоимость кальция минимум в 2 раза ниже, чем редкоземельных элементов. Полученный сплав может найти свое применение в производстве сложных деталей, используемых при экстремальных температурах, например, в авиастроении. (doi 10.3390/met13040802)
- Специалисты НИТУ МИСИС первые в России разработали программное обеспечение, которое автоматически строит 3D-модель месторождения и оценивает количественное распределение полезных ископаемых в нем с помощью нейронных сетей. (doi 10.25018/0236_1493_2022_10_0_5)



- Ученые НИТУ МИСИС совместно со специалистами компании «СИТИЛАБС» усовершенствовали алгоритмы камер видеонаблюдения, определяющие смазанные и засвеченные номера автомобилей. Предварительная классификация качества изображения существенно экономит вычислительные ресурсы и повышает точность работы всей системы видеонаблюдения. Модули кроссплатформенные, их можно установить на различные устройства. Эта разработка может быть с успехом использована, как на дорогах общего назначения, так и на некоторых горнорудных объектах. (doi 10.25018/0236_1493_2023_6_0_5)



- Ученые НИТУ МИСИС разработали новое износостойкое оптически прозрачное покрытие для защиты солнечных батарей космических аппаратов и элементов оптических устройств авиационной техники. Нанесение слоя Ta-Si-N (тантал-кремний-азот) позволит решить глобальную проблему, связанную с воздействием частиц космического мусора и микрометеороидов на космические аппараты. (doi 10.1016/j.surfcoat.2022.128849)

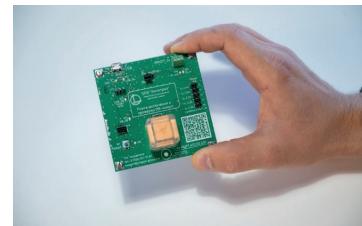


- Учёные Тамбовского государственного университета имени Г.Р. Державина и МИСИС в ходе исследований установили, что микроводоросли вида Desmodesmus sp. подходят для очистки сточных вод от наночастиц диоксида титана (TiO2), к которому могут быть неустойчивы другие виды фитопланктона. (doi 10.1134/S2635167623700234)



- Ученые Университета МИСИС совместно со специалистами из ПАО «Северсталь» предложили новую технологию переработки доменного шлака для производства камнелитых изделий, таких как плитка для мощения дорог и цеховых помещений или износостойкие детали горнодобывающего оборудования, химических и энергетических производств. (doi 10.18412/1816-0395-2023-7-24-29)

- Ученые Университета МИСИС запатентовали сплав с памятью формы для биодеградируемых костных имплантатов на основе системы железо-марганец-кремний (Fe-Mn-Si). Он обладает высокой биомеханической совместимостью с костной тканью и требуемой скоростью растворения, что делает его перспективным материалом для использования в травматологии, ортопедии и челюстно-лицевой хирургии. (патент RU 2778932 С1)



- Ученые Университета МИСИС совместно со специалистами российской компании «Интеграл» разработали сверхкомпактную навигационную систему НВ-микро для малогабаритных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), как сельскохозяйственного назначения, так и проводящих мониторинг наземной инфраструктуры: трубопроводов, линий передач электричества и т.д. Результаты испытаний на легкомоторном самолете продемонстрировали её точность даже при выполнении фигур высшего пилотажа, а также высокие динамические характеристики. (doi 10.23919/ICINS51816.2023.10168469)



- Ученые МИСИС запатентовали устройство, создающее трещины в массиве горных пород для выхода горючих газов и позволяющее измерить напряжение на исследуемом участке скважины, чтобы обезопасить работу шахтёров от рисков внезапных выбросов. (патент RU 2776543 С1)



- Ученые из МИСИС и ИОХ РАН создали новый тип катализаторов, который не содержит опасных или токсичных компонентов и может быть получен простыми методами, подходящими для масштабного производства. Благодаря новому катализатору процесс производства лекарств, витаминов, биологически активных добавок и ароматизаторов станет более безопасным. (doi 10.3390/nano13152247)

- Ученые НИТУ МИСИС и НИУ ВШЭ представили новую архитектуру нейронной сети LAPUSKA (LaPlacian UpScale Knowledge Alignment), способную значительно улучшить качество изображений. Новый подход позволяет обрабатывать фотографии в 2 раза быстрее по сравнению с выбранными аналогами. В будущем разработка исследователей поможет распознавать лица и точнее обрабатывать изображения. (doi 10.1007/978-3-031-43078-7_20)



- Университет МИСИС совместно с компанией «Северсталь» разработали новую российскую огнестойкую марку стали С390П для объектов промышленного и гражданского назначения: торговых и бизнес-центров, складских помещений, транспортных узлов, многоэтажных гаражей. Строительные металлоконструкции из такого проката выдерживают контрольную температуру огневого воздействия 600°C около 30 минут без потери несущей способности. Это позволяет замедлить разрушение зданий при пожаре, создавая дополнительный запас времени для эвакуации людей. Изделия из огнестойкого проката С390П уже выпускаются на предприятии «Северсталь. Стальные решения». Проект реализован при поддержке Правительства РФ в рамках Программы развития высокотехнологичных отечественных производств. На выставке «МеталлЭкспо-2023» разработка удостоена золотой медали. (патенты RU 2799194 C1 и RU 2781928 C1)
- Ученые МИСИС представили новые материалы, которые могут найти применение в качестве компонентов матричного ядерного топлива или тепловой защиты космических аппаратов – гафний-циркониевые карбонитриды. Главное преимущество этих материалов перед карбидами-предшественниками заключается в повышенной стойкости к высокотемпературному окислению. От этого свойства напрямую зависит срок службы изделия и верхний предел рабочих температур. (doi 10.1016/j.ceramint.2023.10.291)



На рисунке 1 представлена динамика финансирования НИОКР, научно-технических услуг университета

в 2017–2022 гг. В 2023 году объем НИОКР сократился на 15 %.

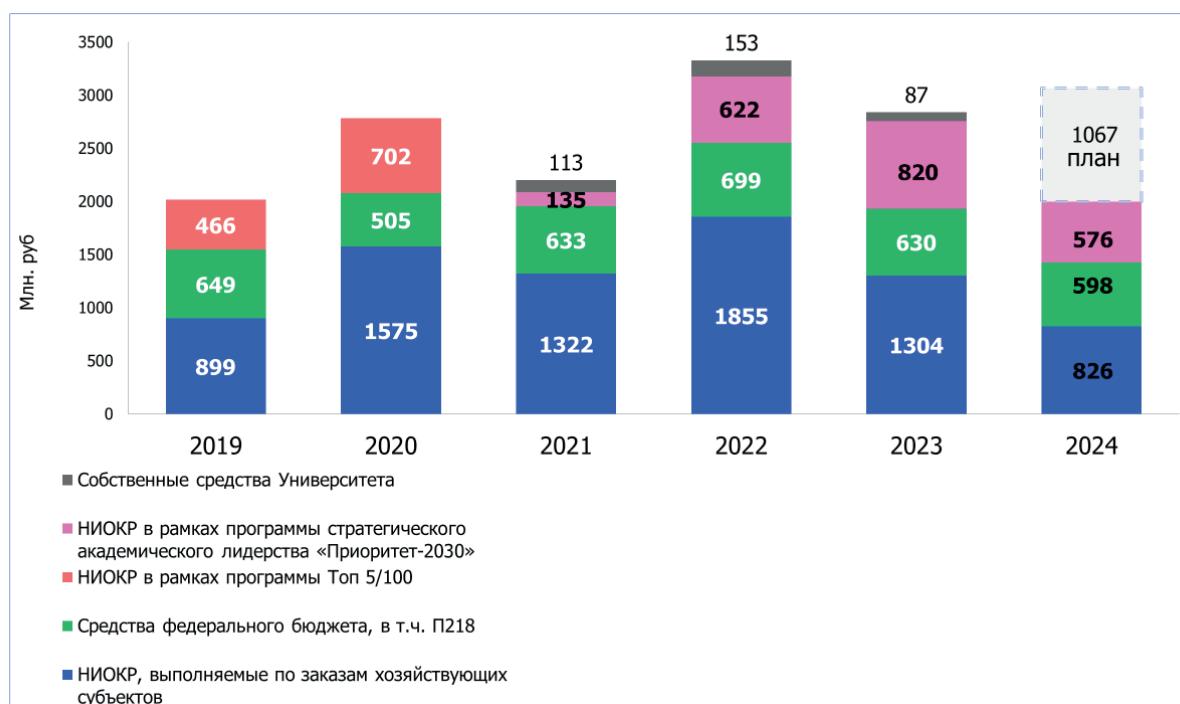


Рисунок 1 – Динамика финансирования НИОКР, научно-технических услуг университета в 2019–2023 гг.

В 2023 году МИСИС снизил общий объем публикаций в высокорейтинговых журналах.

Рисунки 2, 3, 4 и 5 демонстрируют публикационную активность МИСИС.



Рисунок 2 – Динамика публикационной активности

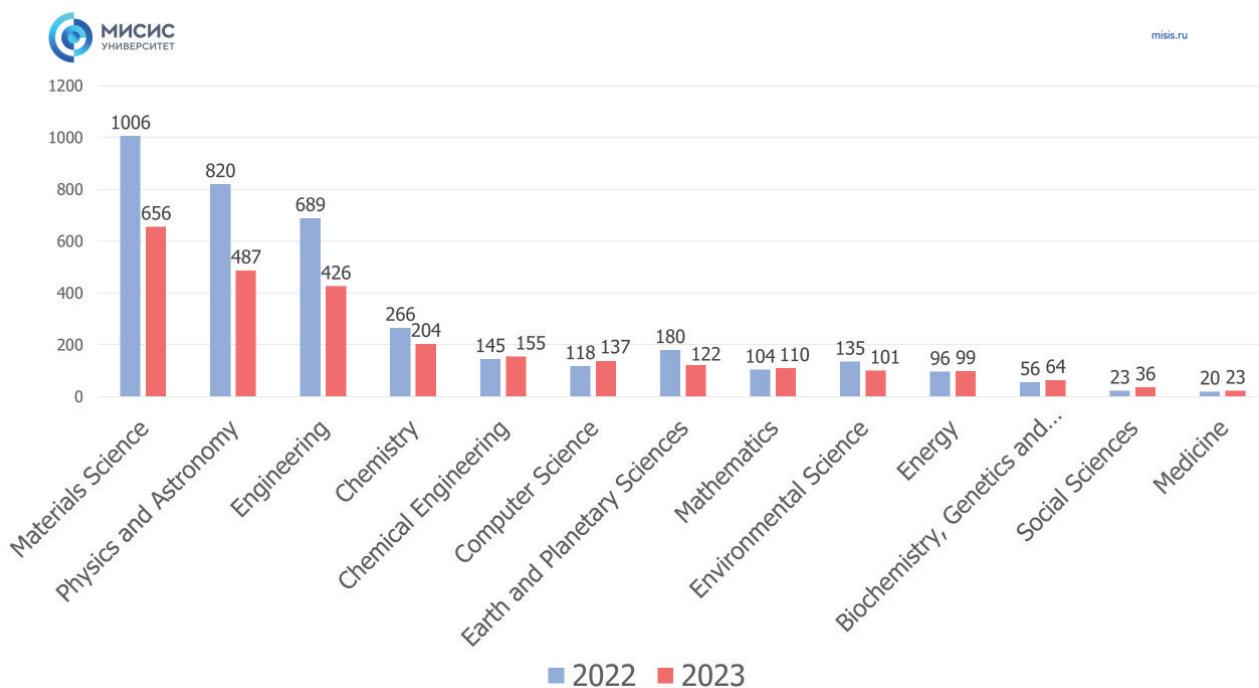


Рисунок 3 – Динамика публикационной активности по отраслям знаний (Scopus)

Материал конференции	Автор	Конференция
SwiftDepth: An Efficient Hybrid CNN-Transformer Model for Self-Supervised Monocular Depth Estimation on Mobile Devices	Makarov I.	International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct, ISMAR-Adjunct 2023
MonoVAN: Visual Attention for Self-Supervised Monocular Depth Estimation	Makarov I.	International Symposium on Mixed and Augmented Reality, ISMAR 2023
Efficient Out-of-Domain Detection for Sequence to Sequence Models	Tsvigun A.	Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics
GEC-DePenD: Non-Autoregressive Grammatical Error Correction with Decoupled Permutation and Decoding	Nikolenko S.	Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics
Hybrid Uncertainty Quantification for Selective Text Classification in Ambiguous Tasks	Tsvigun A.	Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics

*-развитие IT направления

Рисунок 4 – Материалы конференции с рейтингом CORE А*



Рисунок 5 – Высокорейтинговые статьи в журналах за 2023 год

Наибольший вклад в объём финансирования в 2023 году внесли Учебно-научные центры НИТУ МИСИС – 963 млн. руб., Институт экотехнологий

и инжиниринга – 408 млн.руб., Институт новых материалов и нанотехнологий – 352 млн. руб., горный Институт – 148 млн. руб. (рисунок 6).

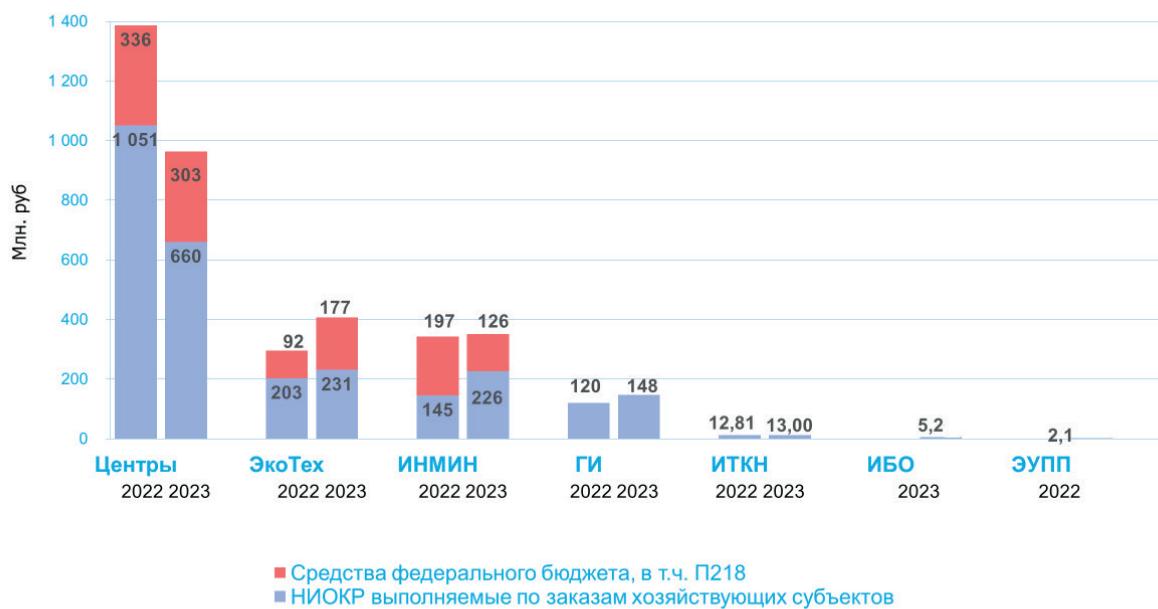


Рисунок 6 – Финансирование НИОКР институтов Университета в 2023 году

Основными источниками финансирования научно-технических услуг в 2023 году являются:

Предприятия РФ (688 млн. руб.), РНФ (464 млн. руб.), МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ПРИРОДОЗАЩИТЫ (451 млн. руб.) (рисунок 7).

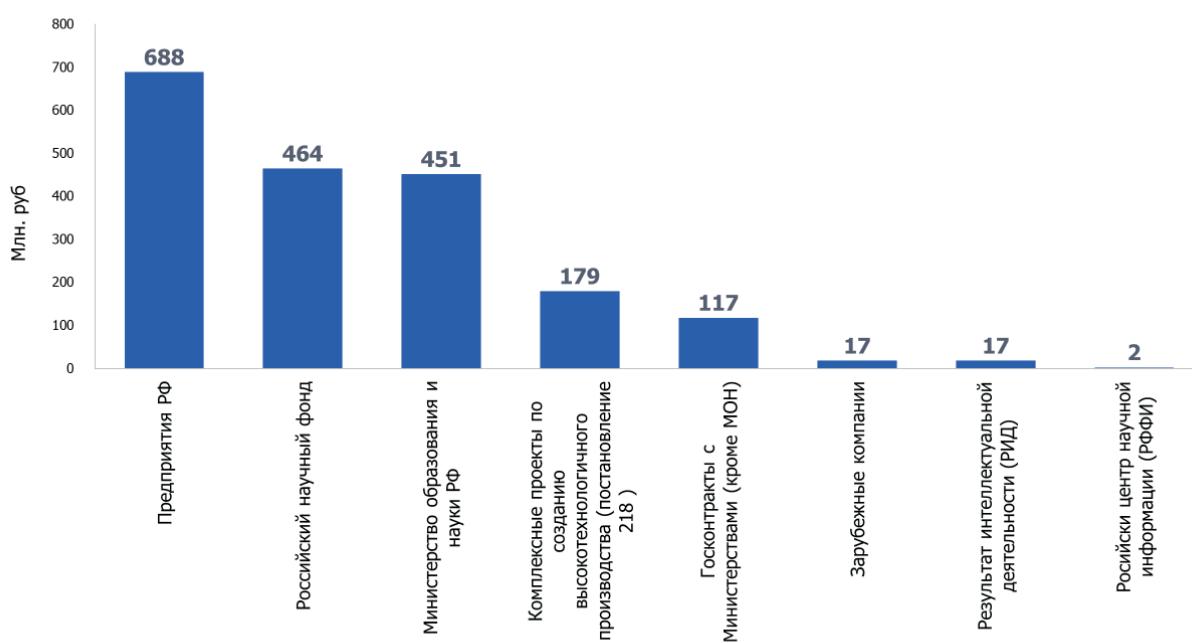


Рисунок 7 – Источники финансирования НИОКР, научно-технических услуг в 2023 году

ИТОГИ 2023

Подразделения, получившие наибольшие финансирование НИОКР в 2023 году: кафедра обработки металлов давлением (182,6 млн. руб.), лаборатория гибридных аддитивных технологий (182,4 млн. руб.),

лаборатория биофизики (139,1 млн. руб.), центр компетенций НТИ «Квантовые коммуникации» (104,8 млн. руб.) (рисунок 8).

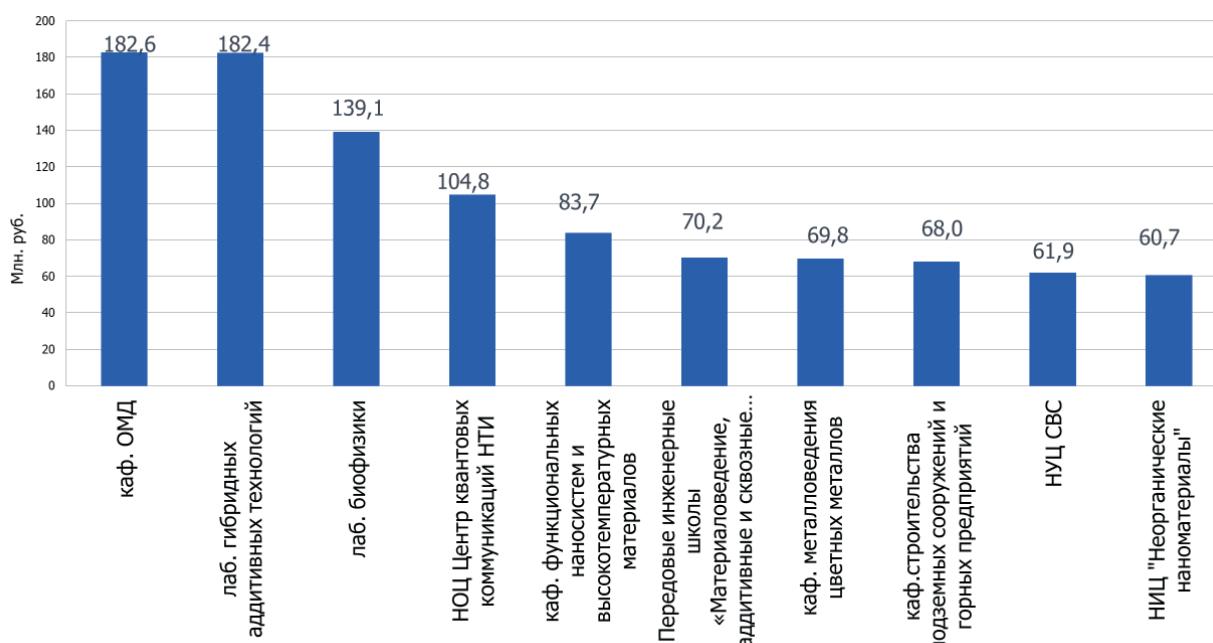


Рисунок 8 – Финансирование НИОКР подразделений лидеров в 2023 году

Наиболее крупные заказчики хоздоговорных работ в 2023 году по объему финансирования: ООО Технологии Точного Литья (174,37 млн. руб.),

ГК «Росатом» (123,6 млн. руб.), АО «ОМК» (85,71 млн. руб.) и компания ГК «РОСТЕХ» (50,95 млн. руб.) (рисунок 9).

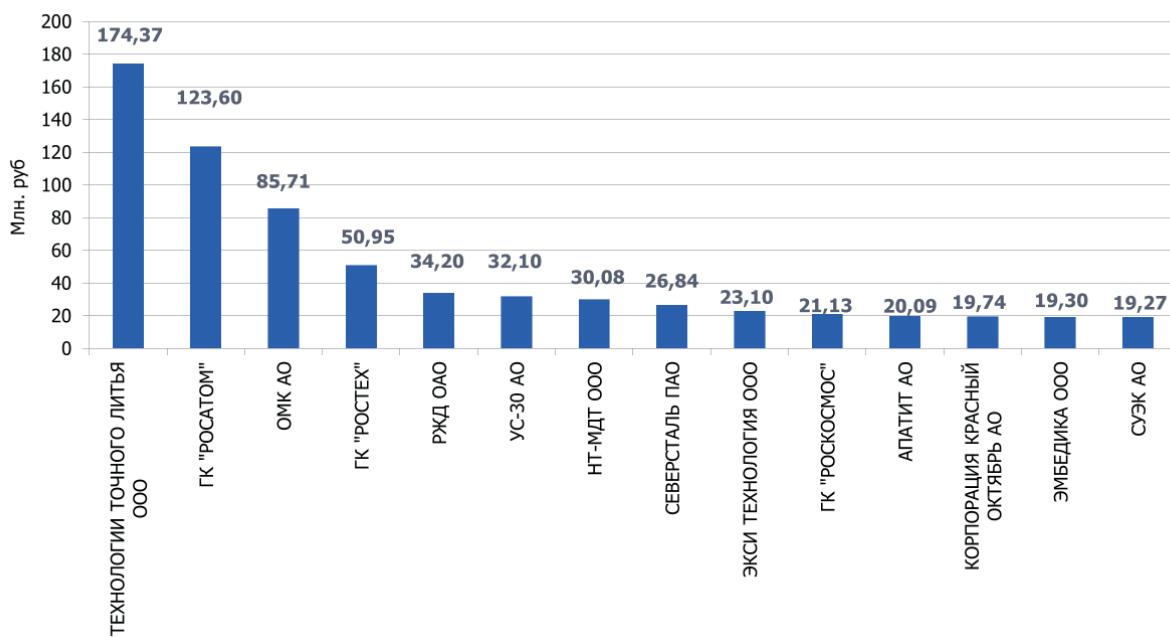


Рисунок 9 – Наиболее крупные заказчики хоздоговорных работ

«Приоритет 2030»

Минобрнауки РФ подвело итоги защиты дорожных карт программы развития вузов в рамках проекта «Приоритет 2030». МИСИС подтвердил свои позиции в группе лидеров. НИТУ МИСИС реализует пять стратегических проектов: «Квантовый интернет», «Биомедицинские материалы и биоинженерия», «Материалы будущего», «Технологии устойчивого развития», «Цифровой бизнес».

В рамках стратпроекта «Биомедицинские материалы и биоинженерия» ученые ведут исследования в области тканевой инженерии, биофизики, биопечати, новых технологий и материалов для медицины. Среди ключевых разработок – спинальные кейджи, тканевый пистолет, нейропротезы для лечения поврежденной нервной ткани и многое другое.

В рамках стратпроекта «Квантовый интернет» исследователи НИТУ МИСИС разработали первый российский сверхпроводниковый 8-кубитный процессор.

В рамках стратпроекта «Материалы будущего» НИТУ МИСИС ставит перед собой амбициозную задачу – радикально сократить срок разработки материалов с заданными свойствами, сделать их доступными для российской промышленности.

2 841 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в 2023 году

Ученые стратпроекта «Технологии устойчивого развития» работают над созданием высокотехнологичных решений, которые помогут компаниям в переходе к экономике замкнутого цикла.

Задачи стратпроекта «Цифровой бизнес» – разработка и коммерциализация масштабируемых цифровых решений в области искусственного интеллекта, подготовка кадров для цифровой экономики.

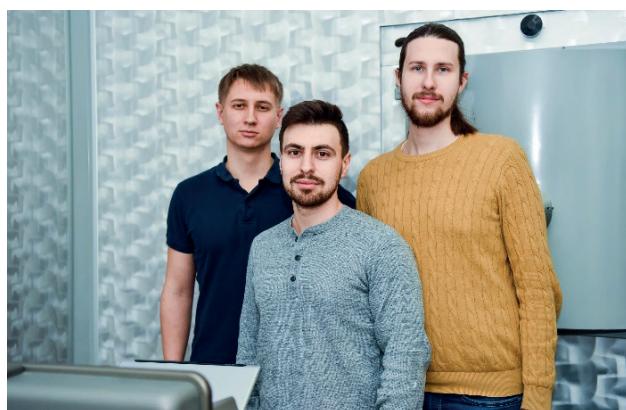
819 млн руб.

Объем финансирования на науку в 2023 году в рамках проекта «Приоритет 2030»

Молодые ученые МИСИС

В 2023 году Лауреатами ежегодной премии Правительства Москвы молодым ученым стали: В номинации химия и науки о материалах победил научный коллектив в составе: канд. физ.-мат. наук Кислюк Александр Михайлович, канд. физ.-мат. наук Турутин Андрей Владимирович, канд. физ.-мат. наук Кубасов Илья Викторович за работу «Бидоменные сегнетоэлектрические кристаллы для сверхчувствительных сенсоров, актюторов и нейроморфных устройств».

В номинации технические и инженерные науки канд. техн. наук Шереметьев Вадим Алексеевич за значительный вклад в разработку научно-технологических основ получения и обработки сверхупругих сплавов Ti-Zr-Nb методами комбинированной термомеханической обработки и селективного лазерного плавления для изготовления ортопедических имплантатов.





Российский научный фонд подвел итоги конкурса инициативных проектов молодых ученых, проектов молодежных научных групп 2023 года и конкурса продления сроков выполнения аналогичных проектов, поддержанных в 2020 году. По результатам экспертизы РНФ поддержал 12 проектов молодых ученых МИСИС – 7 инициативных проектов, 2 проекта научных групп, а также 3 проекта университета победили в конкурсе на продление сроков реализации исследований.

Инженер научного проекта научно-исследовательского центра «Неорганические наноматериалы», сотрудник Кафедры порошковой металлургии и функциональных покрытий, канд. техн. наук Кристина Котякова стала победителем конкурса на получение персональных стипендий имени Ж.И. Алферова для молодых ученых в области физики и нанотехнологий.

Шестеро студентов МИСИС вошли в число победителей третьей очереди конкурса «Студенческий стартап», который проводится Министерством науки и высшего образования Российской Федерации совместно с Фондом содействия инновациям в рамках федерального проекта «Платформа университетского технологического предпринимательства». Одержаны победы в четырёх номинациях: «Креативные индустрии», «Новые приборы и интеллектуальные производственные технологии», «Новые материалы и химические технологии» и «Медицина и технологии здоровьесбережения».

Команда студентов НИТУ МИСИС «Лапки МИСИС» одержала победу в конкурсе мэра Москвы по разработке цифровых решений для города и бизнеса «Лидеры цифровой трансформации». Участники предложили лучшее решение в треке по созданию



рекомендательного сервиса для выбора активностей участниками проекта «Московское долголетие».

Студенты НИТУ МИСИС регулярно занимают призовые места на всероссийских соревнованиях по спортивному программированию.

Рейтинг кафедр

Подведены итоги деятельности кафедр НИТУ МИСИС. Впервые в 2023 году в тестовом режиме сформирован рейтинг всех подразделений, включая

лаборатории и центры. Рейтинговый ряд кафедр и первых 30 подразделений представлен на рисунке 10.

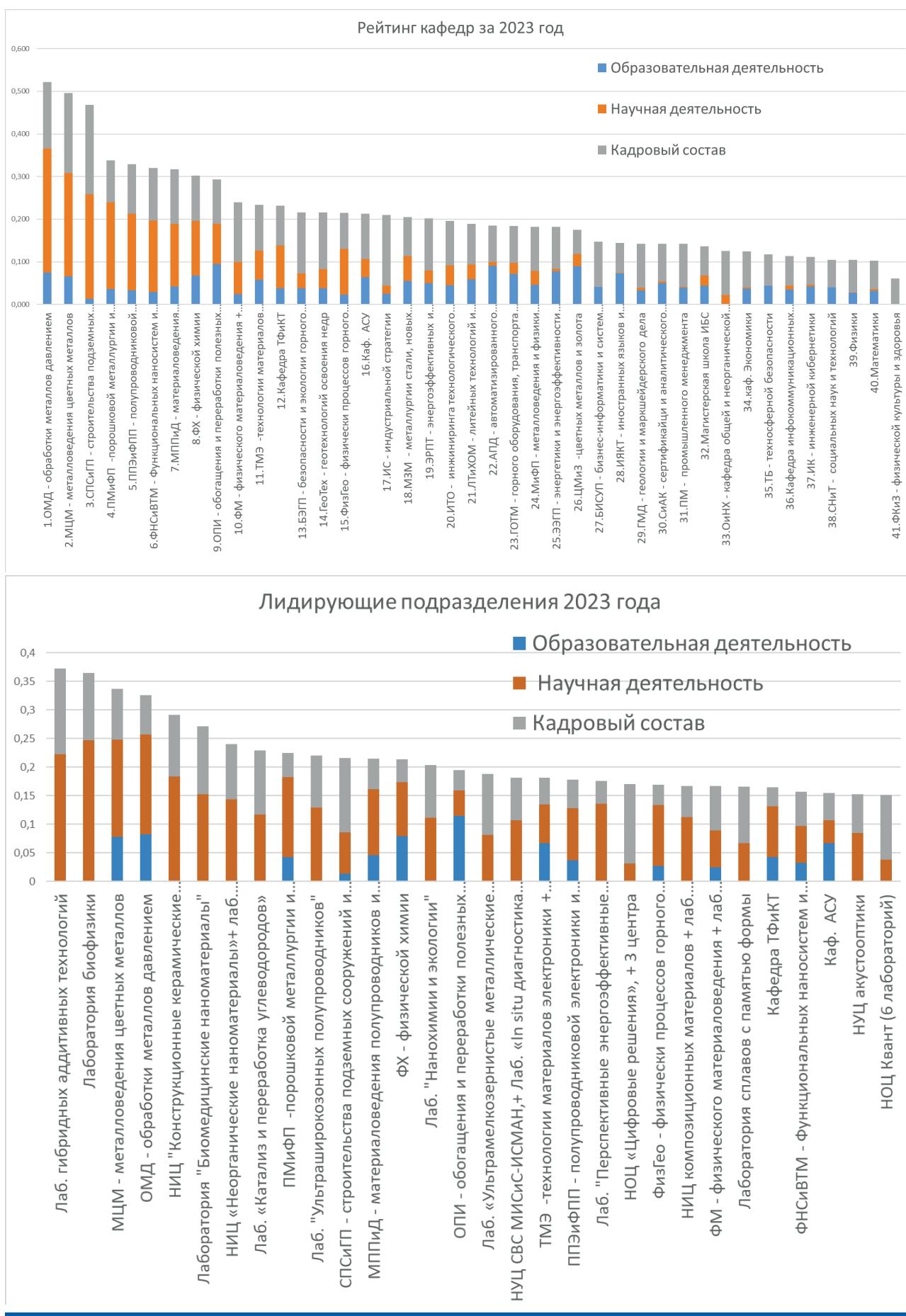


Рисунок 10 – Рейтинг подразделений и кафедр за 2023 год

Уникальная инновационная площадка, созданная в нашем университете, компетенции и кадры мирового уровня, позволяют добиваться высоких результатов в научно-исследовательской и инновационной деятельности, подтверждая статус ведущего

университета в области материаловедения, квантовых технологий, биотехнологий, а также в области горного дела и металлургии с более чем столетней историей.

Контактная информация

Филонов Михаил Рудольфович, проректор по науке и инновациям

тел.: +7 (499) 237-22-25;

e-mail: filonov@misis.ru

I. ИНСТИТУТ ЭКОТЕХНОЛОГИЙ И ИНЖИНИРИНГА



**Травянов Андрей Яковлевич,
директор института,
канд. техн. наук**

Основное направление деятельности научного комплекса ЭкоТех – это реализация фундаментальных и прикладных исследований, разработка и внедрение на предприятиях передовых технологий, модернизация действующих и создание новых высокотехнологичных производств в области металлургии, машиностроения, энергетики и др. Особое внимание уделяется реализации проектов в рамках частно-государственного партнерства.

В состав института входят 10 кафедр, 7 научно-исследовательских лабораторий и центров. С участием научных коллективов института в НИТУ МИСИС были созданы 7 лабораторий, целью которых была реализация Программы повышения конкурентоспособности 5/100 и государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ.

В 2023 году для решения задач стратегического проекта НИТУ МИСИС «Биомедицинские материалы и биоинженерия» по программе Минобрнауки России «Приоритет 2030» была создана лаборатория сплавов с памятью формы под руководством молодого исследователя Шереметьева В.А. с участием научного коллектива института.

На территории УНПБ «Теплый стан» функционирует опытно-промышленный кластер ЭкоТех, ориентированный на проведение внедренческих работ для промышленных предприятий по отработке технологии с получением опытных образцов продукции. Данный кластер состоит из четырех учебно-производственных комплексов по следующим направлениям:

- металлургические технологии;
- литейное производство;
- энергоэффективные процессы и оборудование;
- обработка металлов давлением.

Основные научные направления института охватывают широкий спектр задач в области металлургии и материаловедения, от фундаментальных исследований механизмов металлургических процессов, создания новых материалов с заданными свойствами, обработки материалов методами пластической деформации, порошковой металлургии и аддитивных технологий, литейных процессов и др. и заканчивая прикладными работами, ориентированными на внедрение в производство комплексных высокоэффективных технологических процессов.

Работы, проводимые кафедрами и научными центрами, многогранны и включают следующие направления:

- Высокоэффективные технологии в металлургии цветных, редких и благородных металлов;
- Сертификация и аналитический контроль, техносферная безопасность;

- Ресурсосберегающие технологии получения чугуна, стали и ферросплавов;
- Новые сплавы цветных металлов, физическое моделирование термомеханических процессов;
- Термохимия материалов;
- Энергоэффективные технологии и термическое оборудование на металлургических предприятиях;
- Новые технологии порошковой металлургии и функциональных покрытий;
- Аддитивные технологии производства металлических изделий;
- Компьютерные литейные технологии при производстве высокоточных сложнофасонных деталей;
- Технологии пластической деформации металлов, трубное производство, инжиниринг технологического оборудования;
- Эффективная утилизация промышленных и бытовых отходов.

403,8 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

За последние три года в ЭкоТех выполняются 5 масштабных опытно-технологических проекта в рамках Постановления Правительства № 218

- проект на сумму 197 млн. руб. направлен на создание производства локально армированных деталей из титановых сплавов, работающих в условиях повышенных нагрузок и температур, для перспективных авиационных газотурбинных двигателей. Инициатор – ПАО «ОДК-УМПО». Срок реализации – 2019–2021 г.г.;
- проект на сумму 215 млн. руб. направлен на разработку технологии производства уникальных литых деталей из сплавов цветных металлов для летательных аппаратов на базе цифровых технологий и применения перспективных импортозамещающих материалов с целью повышения конкурентоспособности отечественного авиастроения. Инициатор – ОАО АК «Рубин». Срок реализации – 2019–2021 г.г.;
- проект на сумму 245 млн. руб. направлен на создание импортозамещающего производства оксида ванадия высокой чистоты для глубокой переработки углеводородного сырья. Инициатор – АО «Компания «ВОЛЬФРАМ». Срок реализации – 2021–2023 г.г.;
- проект на сумму 205 млн. руб. направлен на создание технологии изготовления уникальных крупногабаритных отливок из жаропрочных сплавов для газотурбинных двигателей, ориентированной на использование отечественного оборудования и организацию современного ресурсоэффективного, компьютероориентированного литейного производства. Инициатор – ПАО «ОДК-Кузнецова». Срок реализации – 2021–2024 г.г.;
- проект на сумму 260 млн. руб. направлен на разработку и внедрение комплексных технологий производства бесшовных труб из сталей нового поколения с управляемой коррозионной стойкостью при осложненных условиях эксплуатации для топливно-энергетического комплекса Российской Федерации. Инициатор – АО «ВМЗ». Срок реализации – 2022–2025 г.г.

В 2023 году победителями конкурсов Российского научного фонда (РНФ) стали семь научных проектов под руководством сотрудников подразделений института ЭкоТех:

- Разработка научных основ и экспериментальная отработка термо-деформационной технологии получения полуфабрикатов из сплавов биомедицинского применения системы Co-Cr-Mo с экстремально высокой пластичностью и стабильной прочностью;
- Ультрамелкозернистые металлические материалы», тема: «Научные основы создания высокопрочных сплавов на основе алюминия со структурой композиционного типа, упрочненных наноразмерными дисперсоидами квазикристаллических и упорядоченных фаз;
- Разработка новых бактерицидных поверхностей на основе изучения основных механизмов подавления возбудителей бактериальной и грибковой инфекции;
- Обоснование структуры высокопрочных и термостойких деформируемых алюминиевых сплавов, не требующих гомогенизации и закалки;
- Создание научных принципов многокомпонентного легирования заэвтектических кальций-содержащих алюминиевых сплавов с особыми физико-механическими свойствами;
- Неоднородные структурные состояния в сплавах на основе железа с магнитомеханическим взаимодействием;
- Разработка научных и технологических основ проектирования алюроматричных композитов и их производства аддитивными лазерными методами для промышленного применения.

Подразделениями ЭкоТех проводились активные исследования в области создания новых технологий и материалов, в том числе: в области порошковой металлургии; аддитивных технологий; переработки природного и техногенного минерального сырья; снижения энергоемкости metallургических процессов и повышения качества спецстали и сталей, особо чистых по примесям; металлургии тяжелых, легких, редких и благородных металлов; создания уникальных аккумуляторов на базе литий-ионных источников тока; обработка металлов давлением, в том числе для трубной промышленности; фундаментальных и прикладных проблем, связанных с разработкой и исследованием оборудования, с целью повышения надежности машин и оборудования metallургического производства.

Значительные исследования проводились в области аддитивных технологий: разработка и изготовление деталей для авиакосмоса и автомобилестроения из нержавеющих и цветных сплавов, полностью напечатанных на 3D-принтере, что позволило снизить вес изделия и изготовить деталь за одну технологическую операцию вместо трех и более; разработка технологии изготовления важного стоматологического инструмента – самoadаптирующийся файл для очистки каналов зубов; использование кальция вместо редкоземельных металлов в сплавах на основе алюминия и меди для удешевления и снижения массы сплава; разработка технологии нанесения стойких к окислению покрытий на никелевые жаропрочные сплавы с использованием в качестве наплавляемого материала промышленно изготавливаемых гранул из макси-

мально жаростойких сплавов, что позволяет одновременно и залечить дефекты и легировать поверхность жаростойкими элементами. Проводились исследования по использованию волокон листьев кокосовой пальмы в качестве упрочняющего материала для производства биокомпозитов, текстиля, упаковки и легких конструкций, используемых в строительстве и автомобильной промышленности. Запатентовали улучшенный алюминиево-кальциевый сплав (системы Al – 8%Ca – 1%Ni – 2%Mn), который идеально подойдет для производства более долговечных двигателей легковых, грузовых и сельскохозяйственных машин. Запатентовали улучшенный железо-никелевый материал, который подойдет для производства электротехнических устройств. Запатентовали сплав с памятью формы для биодеградируемых костных имплантатов на основе системы железо-марганец-кремний (Fe-Mn-Si), который обладает высокой биомеханической совместимостью с костной тканью и требуемой скоростью растворения, что делает его перспективным материалом для использования в травматологии, ортопедии и челюстно-лицевой хирургии. Запатентовали способ переработки газоочистных сусpenзий и металлической мелочи – побочных продуктов, образуемых при получения первичного черного металла, который позволит уменьшить производственные затраты и снизить зависимость металлургических предприятий от импорта металлургического сырья. Разработали технологию получения чистых наночастиц магнетита для перспективного метода лечения рака. Разработали новое износостойкое оптически прозрачное покрытие для защиты солнечных батарей космических аппаратов и элементов оптических

устройств авиационной техники. Разработали цифровой шприц-автомат, который поможет поставить укол самому себе или другим людям в домашних условиях практически безболезненно. Провели исследования по импортозамещению марганцевых ферросплавов за счет очищения отечественных низкомарганцевых руд и шлаков от фосфора, ухудшающего качество сырья.

Сотрудниками кафедр института опубликовано свыше 300 статей, входящих в базы Web of Science и Scopus. Среди структурных подразделений НИТУ МИСИС в 2023 году по результатам рейтинга кафедр в первую десятку вошли 3 подразделения института ЭкоTech: кафедра обработки металлов давления, кафедра металловедения цветных металлов и кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий. Лидером рейтинга кафедр за 2023 год стала кафедра обработки металлов давления.

Студенты и сотрудники ЭкоTech являются победителями в различных конкурсах и выставках, таких как: «Студенческий стартап», «Молодые ученые», инженерный хакатон Сеченовского университета, Международный салон изобретений и инновационных технологий «Архимед-2023», различные стипендии: Президента РФ, программа Владимира Потанина, программа «Михаил Ломоносов», Фонд Арконик, имени В.А. Арутюнова, В.А. Григоряна, им. Ж.И. Алфера, им. Е.Ф. Вегмана, ПАО «ТМК» имени Александра Дмитриевича Дейнеко, «МетПром» имени Евгения Феликсовича Вегмана, грантов: Президента РФ, РНФ и РФФИ.

Контактная информация

Травянов Андрей Яковлевич, директор института

+7 (499) 236-88-45

trav@misis.ru

КАФЕДРА ИНЖИНИРИНГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ



**Карфидов Алексей Олегович,
заведующий кафедрой**

Задачами кафедры является решение фундаментальных проблем разработки оборудования и технологий для обработки материалов, переработки и обогащения минерального сырья, отходов производств, с целью улучшения качества продукции и повышения надежности машин, снижения вредного воздействия промышленности на окружающую среду.

Основные научные направления деятельности кафедры

- разработка роботизированных технологических комплексов;
- повышение эксплуатационной надежности деталей машин и инструмента на основе совершенствования лазерных и газотермических технологий;
- разработка и исследование машин и оборудования для переработки и обогащения минерального сырья и отходов производств;
- разработка новых экологически чистых материалов на основе грин-композитов;
- разработка новых технологий маркировки.

Студенты и сотрудники кафедры выполняют НИР и ОКР по разработке горно-металлургического оборудования и технологий, а также проектированием медицинского оборудования.

9,85 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

Проект с ФГБУ «ГНЦДК» Минздрава России направлен на изготовление образцов кабины для фототерапии дерматозов и Т-клеточных лимфом кожи.

Срок реализации – 2023–2025 гг. Общий объем финансирования – 24 млн. руб.

Кадровый потенциал подразделения

5 докторов технических наук, из которых 4 профессора, 6 кандидатов технических наук из которых

5 доцентов, 7 старших преподавателя, учебный мастер, 2 лаборанта.

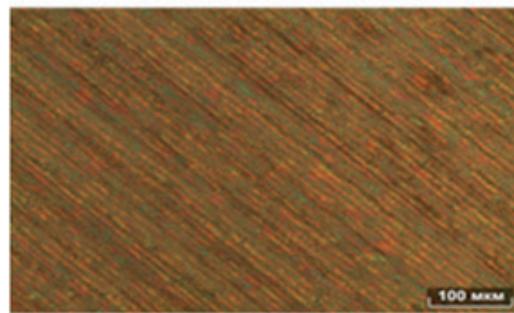
Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

1. Коллективом кафедры проводились исследования в области аддитивных технологий. Изучили особенности тепловых процессов в сталях при лазерном нагреве без оплавления поверхности. Оценили влияние лазерного излучения на глубину закаленного слоя и шероховатость поверхности вырубных штампов из инструментальных сталей, влияние

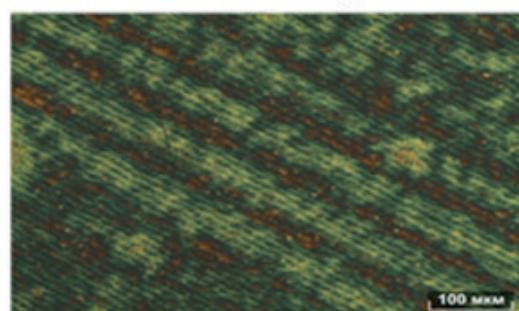
частоты штамповки на температурные условия работы отрезных ножей пресс-автомата. Получили формулу для определения температуры по глубине металла в случае нагрева поверхностным тепловым источником с постоянной интенсивностью. Разработали технологию нанесения цветных изображений на металлические поверхности.



а



б



в



г

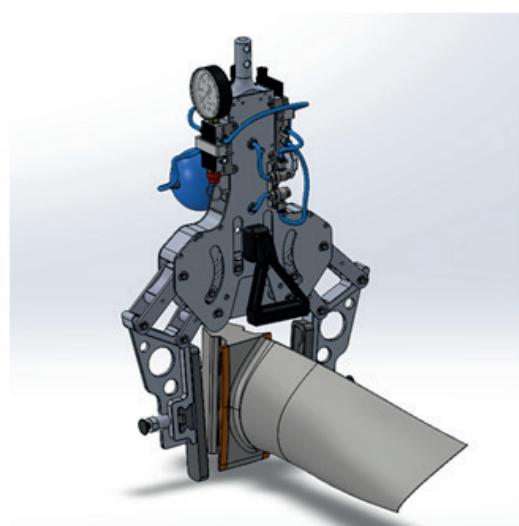
Микроструктура исследованных образцов

2. Разработали конструкции устройств, позволяющие минимизировать потери в процессе производства литых заготовок для лопаток газотурбинных

двигателей. Работа была представлена на Металл-Экспо и стала лауреатом конкурса «Молодые ученые».



Рабочая лопатка газотурбинного двигателя



3D-модель механического захватного устройства для газотурбинной лопатки

Подготовка специалистов высшей квалификации

На кафедре обучается более 150 студентов и 10 аспирантов, ежегодный выпуск составляет 50–60 человек. Подготовлено более 500 высококвалифицированных специалистов инженеров-механиков

широкого профиля по направлениям «Технологические машины и оборудование», «Машиностроение», «Технологии материалов».

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Jagadeesh, P., Mavinkere Rangappa, S. Gorbayuk, S., Drilling characteristics and properties analysis of fiber reinforced polymer composites: A comprehensive review. *Heliyon*, 2023, 9(3), e14428. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e14428;
2. Bardovsky, A. D., Gorbatyuk, S. M., Gerasimova, A. A. Basyrov, I. I. The process of the mill feed flow along a curved acting face of a vibration mill screen. *Eurasian Miningthis*, 2023, 39(1), pp. 60–63. DOI: 10.17580/em.2023.01.13;
3. Albul, S. V., Kobelev, O. A., Levitskii, I. A. Effect of the Surface Relief of the Heat-Insulating Insert in the Blast Channel of Blast-Furnace Tuyere on Its Efficiency. *Metallurgist*, 2023, 67(3-4), pp. 354–361. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11015-023-01522-3>;
4. O. Karfidov, N. A. Chichenev, M. V. Vasil'ev, O. N. Chicheneva. Step Bending of Sheet Metal in the Manufacture of Thin-Walled Body Parts. *Steel in Translation*, 2023, Vol. 53, No. 8, pp. 719–722. DOI: 10.3103/S0967091223080090;
5. Morozova, I. G., Naumova, M. G., Nagovitsyn, V. A., Kazbekov, R. Y. Qualitative Phase Analysis of Oxide Films on a Steel 12KH18N10T Surface Formed as a Result of Applied Laser Marking. *Metallurgist*, 2023, 67(1-2), pp. 191–200 DOI: 10/52351/00260827_2023_02_63;
6. V. M. Zharikov; S. M. Gorbatyuk; V. A. Nagovitsyn; A. S. Shinkarev Production of silver nanoparticles by laser ablation in liquid and their potential use in medicine. *Tsvetnye Metally* 2023-09-30. DOI: 10.17580/tsm.2023.0905;
7. Албул С. В., Кобелев О. А., Левицкий И. А. Влияние рельефа поверхности теплоизолирующей вставки в дутьевом канале воздушной фурмы доменной печи на эффективность ее работы. *Металлург*. 2023. № 3. С. 78-83;
8. Чиченев Н. А., Горбатюк С. М., Карфидов А. О., Наговицын В. А., Чиченева О. Н., Бабали Э. Э. Влияние лазерного излучения на глубину закаленного слоя вырубных штампов из инструментальных сталей. *Металлург*. 2023. № 7. С. 115-118;
9. Морозова И. Г., Наумова М. Г., Наговицын В. А., Казбеков Р. Ю. Качественный фазовый анализ оксидных пленок на поверхности стали 12x18n10 т, образованных в результате заданной лазерной маркировки. *Металлург*. 2023. № 2. С. 63-69;
10. Чут М. В., Шешенин Е. В., Морозова И. Г. Наумова М. Г. Басыров И. И. Совершенствование технологии производства литых заготовок для лопаток ГТД. *Металлург*. 2023. №12. С. 115–119.

Основные научно-технические показатели

- опубликовано статей всего – 23, в том числе: в российских научных журналах из перечня ВАК – 11;
- в научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science, Scopus; – 12;
- монографий – 1;
- выставок, на которых были представлены экспонаты или стенды научных разработок с участием сотрудников подразделения – 1;
- конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения – 4;
- защищенных кандидатских и докторских диссертаций – 1;
- премий и наград за научно-инновационные достижения – 3.

Оборудование

- оборудование для печати FDM и SLA технологиями: Flying Bear Ghost 6, Reborn 2, FlashForge Creator Pro 2, 5D принтеры Stereotech (серии Hybrid и Fiber), Anycubic Photon Mono 4k;;
- оборудование для сканирования объектов RangeVision Premium и Scanform L5;
- фрезерно-гравировальные станки с ЧПУ: Cutter HD с рабочим полем 500×400×120 мм и 620×400×220 мм;;
- лазерный углекислотный станок с ЧПУ: Kamach 6040 80 Вт;;
- лазерный волоконный гравер с ЧПУ: Raymark Photonics 30 Вт;;

- учебный комплекс на базе коллаборативного 6-осевого робота-манипулятора Rozum Pulse 75 с поддержкой Python3;
- комплект учебного оборудования Festo-Didactic из четырех лабораторных стендов Learnline и комплектных элементов TP 501/601.

Контактная информация

Карфидов Алексей Олегович, заведующий кафедрой

Тел.: +7 (499) 230-25-47,

e-mail: a.korf@mail.ru,

ауд. Г-348

КАФЕДРА ЛИТЕЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ



Белов Владимир Дмитриевич,
заведующий кафедрой,
д-р техн. наук, заслуженный
работник высшей школы РФ,
почетный работник науки
и высоких технологий РФ

Кафедра ЛТиХОМ НИТУ МИСИС традиционно занимается подготовкой высококвалифицированных специалистов для нужд промышленных предприятий, научно-исследовательских центров России, ближнего и дальнего зарубежья. Особое внимание уделяется подготовке будущих специалистов-литейщиков, обладающих теоретическими знаниями и практическими навыками в области разработки технологии изготовления литьих деталей, конструирования литьевых форм, моделирования процессов заполнения формы расплавом и затвердевания отливок, материаловедения и сопутствующих дисциплин, что делает наших выпускников конкурентоспособными на рынке труда и востребованными на профильных промышленных предприятиях России. Научно-исследовательская деятельность кафедры направлена на решение актуальных задач промышленных предприятий России, включая разработку новых сплавов, технологий и материалов и их внедрение в производство.

Основные научные направления деятельности кафедры

- развитие теории и внедрение инновационных литьевых процессов применительно к авиа-промышленности, автопрому и другим базовым отраслям промышленности РФ;
- повышение адекватности компьютерного моделирования литьевых процессов;
- разработка новых металлических материалов для применения в биотехнологиях и медицине;
- разработка новых литьевых сплавов и развитие материаловедческих основ получения высококачественных отливок;
- разработка сопутствующих материалов и технологий для получения отливок из новых сплавов и композиционных материалов;
- теория и практика получения литьевых форм, стержней и моделей с использованием аддитивных технологий (3D печать).

Кадровый потенциал подразделения

На кафедре работает 33 сотрудника, в том числе: 1 профессор, 7 доцентов, 3 старших преподавателя.

Из них: 1 доктор технических наук и 17 кандидатов технических наук.

На кафедре обучается 9 аспирантов.

60 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

- Договор на выполнение научно-исследовательской, опытно-технологической и опытно-конструкторской работы с ПАО «ОДК-Кузнецова» (г. Самара) на тему: «Создание технологии изготовления

универсальных крупногабаритных отливок из жаро-прочных сплавов для газотурбинных двигателей, ориентированной на использование отечественного оборудования и организацию современного ресурс-

соэффективного, компьютероориентированного литьевого производства» в рамках Постановления Правительства РФ № 218, 14 очередь.

Общий объем финансирования – 205 000 000 рублей.

Объем финансирования в 2023 г. – 50 000 000 рублей.

2. Договор с АО «Композит» на тему: «Компьютерное моделирование технологических параметров для получения отливок из высокомодульного бериллиевого сплава и проведение испытаний»

Общий объем финансирования – 10 200 000 рублей.

Объем финансирования в 2023 г. – 2 400 000 рублей.

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

1. Разработана технология получения слитков диаметром 15 и 53 мм из антифрикционной бронзы БрО10С2Н3 методом непрерывного литья вверх с направленной кристаллизацией для последующего диффузионного соединения со сталью (Договор с АО «ОКБ «Аэрокосмические системы»);
2. Разработана альтернативная технология получения биметаллических деталей «Башмак» из антифрикционной бронзы БрО10С2Н3 со стальми 20Х3МВФ-Ш (ЭИ415-Ш) и 12Х2Н4А (Договор с ПАО «АК «Рубин»);
3. Проведены испытания опытных образцов деталей типа «Оптическое зеркало» в части определение макро-, микроструктуры, твердости и микротвердости (Договор с АО «Композит»);
4. Разработана групповая импортозамещающая технология литья по выплавляемым моделям (ЛВМ) крупногабаритных тонкостенных отливок из жаропрочного никелевого сплава ВЖЛ14Н-ВИ основанная на использовании преимущественно отечественного оборудования и материалов (Договор с ПАО «ОДК-Кузнецова»);
5. Разработана и внедрена на ПАО «ОДК-Кузнецова» переходная технология получения огнеупорных оболочковых форм для ЛВМ с использованием водорастворимых солевых моделей и готовых водных связующих на основе силиказоля;
6. Продолжаются работы по совершенствованию новых пожаробезопасных магниевых сплавов для авиации, предназначенных для замены алюминиевых и титановых сплавов в ряде деталей авиаадвигателя с целью снижения их веса (совместно с АО «ОДК» «НИИД»);
7. В сотрудничестве с ПАО «ОДК-Кузнецова» разработан новый высокопрочный литьевой магниевый сплав, обеспечивающий прочность на растяжение не менее 300 МПа при комнатной температуре;
8. В рамках работы с ПАО «ОДК-Кузнецова» на ПАО «ОДК-Кузнецова» создана совместная лаборатория компьютерного моделирования литьевых процессов;
9. Разработана технология получения слитков диаметром 25 мм из бронзы БрО10С2Н3 методом непрерывного литья вверх и исследование в них структуры и свойств этого сплава на соответствие требованиям для последующего диффузионного соединения со сталью (Договор с ОАО НПО «Родина»);
10. Разработана инновационная технология литья с изготовлением опытной партии отливок «Корпус насоса» из магниевого сплава МЛ10 (Договор с АО «АФС»);
11. Разработана уникальная технология получения высококачественных прогрессивных литых заготовок из бронзы методом гравитационного литья с изготовлением опытной партии отливок «Опора регулятора» из (Договор с АО «АФС»).

Подготовка специалистов высшей квалификации в 2023 г.

Проведена успешная защита диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.3 – «Литейное производство» Целовальника Юрия Всеволодовича.

Тема диссертации «Изучение температурной зависимости коэффициента теплопередачи между металлом и литейной формой для повышения адекватности компьютерного моделирования литьевых процессов»

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Relationship Between Critical Solid Fraction and Dendrite Coherency Point in Al – Si Alloys / Bazhenov, V. E., Petrova, A. V., Sannikov, A. V., A. A. Rizhsky, A. Yu. Titov, Yu. V. Tselovalnik,

- D. Yu. Ozherelkov, I. N. Pashkov, A. V. Koltygin, A. V. Belov, V. D. // International Journal of Metalcasting, 2023, 17(1), pp. 284–296, <https://doi.org/10.1007/s40962-022-00772-2>;

2. Effect of hot rolling on structure and mechanical properties of Mg – Y – Zn – Mn alloys / Rogachev S. O., Bazhenov V. E., Komissarov A. A., Li A. V., Ten D. V., Yushchuk V. V., Drobyshev A. Yu., Kwang Seon Sh. // Metals. 2023. T. 13. № 2. C. 223, <https://doi.org/10.3390/met13020223>;
3. An in vivo rat study of bioresorbable Mg-2Zn-2Ga alloy implants / Drobyshev A. Yu., Gurganchova Z. M., Redko N. A., Komissarov A. A., Bazhenov V. E., Statnik E. S., Sadykova Iu. A., Sviridov E. G., Salimon A. I., Korsunsky A. M., Zairatyants O. V., Ushmarov D. I., Yanushevich O. O. // Bioengineering. 2023. T. 10. № 2. C. 273, <https://doi.org/10.3390/bioengineering10020273>;
4. Research of Three-High Screw Rolling of Aluminum Billets with Copper Inserts at Different Rolls Feed Angles / Skripalenko, M. M., Rogachev, S. O., Bazhenov, V. E., ...Koltygin, A. V., Danilin, A. V. // Metals, 2023, 13(10), 1671, <https://doi.org/10.3390/met13101671>;
5. The Influence of Injection Temperature and Pressure on Pattern Wax Fluidity / Bazhenov, V. E., Sannikov, A. V., Kovyshkina, E. P., ...Belov, V. D., Dmitriev, D. N. // Journal of Manufacturing and Materials Processing, 2023, 7(4), 141, <https://doi.org/10.3390/jmmp7040141>;
6. Effects of temperature on critical resolved shear stresses of slip and twining in Mg single crystal via experimental and crystal plasticity modeling / Shin, K. S., Wang, L., Bian, M., ...Komissarov, A., Bazhenov,
- V. // Journal of Magnesium and Alloys, 2023, 11(6), страницы 2027–2041, <https://doi.org/10.1016/j.jma.2023.04.007>, <https://doi.org/10.1016/j.jma.2023.04.007>;
7. Simulating the process of magnesium alloy refining by argon blowing / Koltygin, A. V., Pavlov, A. V., Bazhenov, V. E., Nikitina, A. A. // Tsvetnye Metally, 2023, 2023(3), страницы 26–31, <https://doi.org/10.17580/tsm.2023.03.04>;
8. Microstructure and properties of the GEWZ522K casting magnesium alloy based on the Mg – Gd – Nd – Y – Zn – Zr system / A. V. Koltygin; A. V. Pavlov; V. E. Bazhenov; O. D. Gnatyuk; I. I. Baranov; V. D. Belov // Izvestiya. Non-Ferrous Metallurgy, 2023, <https://doi.org/10.17073/0021-3438-2023-5-34-46>;
9. The efficiency of multithreaded computing in casting simulation software / V. E. Bazhenov, A. V. Koltygin, A. A. Nikitina, V. D. Belov, E. A. Lazarev // Izvestiya. Non-Ferrous Metallurg, 2023, Vol. 29, No. 3, P. 38–53, <https://doi.org/10.17073/0021-3438-2023-3-38-53>;
10. Analysis of the slurry and ceramic properties for investment casting obtained with domestic colloidal silica binders / V. E. Bazhenov, E. P. Kovyshkina, A. V. Sannikov, A. V. Koltygin, D. V. Ten, A. A. Rizhsky, V. D. Belov, E. A. Lazarev // Izvestiya. Non-Ferrous Metallurgy, 2023, Vol. 29, No 2, P.15–28, <https://doi.org/10.17073/0021-3438-2023-2-15-28>.

Объекты интеллектуальной собственности

1. Магниевый сплав и способ получения заготовок для изготовления биорезорбируемых систем фиксации и остеосинтеза твердых тканей в медицине / Баженов В. Е., Ли А. В., Комиссаров А. А., Колтыгин А. В., Баутин В. А., Абакумов М. А. // Патент на изобретение RU2793655C1, 04.04.2023. Заявка № 2022117211 от 27.06.2022;
2. Способ приготовления и подачи защитной газовой смеси для плавки магниевых сплавов / Колтыгин А. В., Баженов В. Е., Санников А. В., Плисецкая И. В., Белов В. Д., Окулов А. Б., Юдин В. А. // Патент на изобретение 2763844 C1, 11.01.2022. Заявка № 2021124118 от 13.08.2021;
3. Высокопрочный литейный магниевый сплав / Колтыгин А. В., Павлов А. В., Баженов В. Е., Белов В. Д. // Патент на изобретение 2786785 C1, 26.12.2022, Бюл. № 36. Заявка: 2022123699, 06.09.2022;
4. Способ модифицирования структуры литьих заготовок из антифрикционной бронзы для диффузионной сварки со сталью (варианты) / Колтыгин А. В., Баженов В. Е., Санников А. В., Плисецкая И. В., Белов В. Д., Окулов А. Б., Юдин В. А. // Патент на изобретение 2760688 C1, 29.11.2021. Заявка № 2021116847 от 10.06.2021;
5. Устройство для рафинирования жидкого магниевого сплава продувкой / Окулов А. Б., Юдин В. А., Колтыгин А. В., Баженов В. Е., Никитина А. А., Белов В. Д. // Патент на изобретение 2745049 C1, 18.03.2021. Заявка № 2020126310 от 07.08.2020
6. Магниевый сплав для герметичных отливок / Окулов А. Б., Юдин В. А., Колтыгин А. В., Баженов В. Е., Плисецкая И. В., Белов В. Д. // Патент на изобретение 2757572 C1, 18.10.2021. Заявка № 2020140251 от 08.12.2020;
7. Способ изготовления заготовок из антифрикционной бронзы литьем с последующей эксплуатацией / Колтыгин А. В., Баженов В. Е., Санников А. В., Плисецкая И. В., Белов В. Д., Окулов А. Б., Юдин В. А. // Патент на изобретение 2760688 C1, 29.11.2021. Заявка № 2021116847 от 10.06.2021;

8. Способ изготовления литых заготовок из антифрикционной бронзы / Окулов А. Б., Белов В. Д., Юдин В. А., Колтыгин А. В., Баженов В. Е., Санников А. В., Плисецкая И. В. // Патент на изобретение 2762956 С1, 24.12.2021. Заявка № 2021114367 от 21.05.2021;
9. Способ обработки алмазных материалов / Полушкин Н. И., Ножкина А. В., Храмченкова Е. С., Ермолаев А. А., Ермолаев А. А., Лаптев А. И., Мас-
- лов А. Л., Сорокин И. Н. // Патент на изобретение 2 743 078 С1, 15.02.2021, Бюл. № 5. Заявка № 2020130324 от 15.09.2020;
10. Способ получения поликристаллического алмазного материала / Бражкин В. В., Бугаков В. И., Ножкина А. В., Лаптев А. И. // Патент на изобретение 2740599 С1, 15.01.2021, Бюл. № 2. Заявка № 2020110362 от 12.03.2020.

Основные научно-технические показатели в 2023 г.

- публикации в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 15;
- публикации в журналах из списка РИНЦ – 9;
- публикации в российских научных журналах из списка ВАК – 5;
- объекты интеллектуальной собственности – 19;
- конференции, в которых принимали участие сотрудники подразделения – 10.
- аттестованные методики – 2;
- единицы уникального оборудования – 6, в том числе 4 единицы оборудования лаборатории точного литья по выплавляемым моделям;
- премии и награды за научно-инновационные достижения – 2.

Почетное звание «Почетный работник науки и высоких технологий Российской Федерации» присво-

ено заведующему кафедрой литьевых технологий и художественной обработки материалов Белову Владимиру Дмитриевичу (Приказ Минобрнауки России от 18 сентября 2023 г. № 839 к/н). Звание присваивается за заслуги и достижения, добросовестный труд в сфере научной, научно-технической и инновационной деятельности, интеллектуальной собственности.

Кафедра ЛТиХОМ НИТУ МИСИС приняла участие в международной промышленной выставке «Металл-Экспо 2023». Совместная разработка НИТУ МИСИС и ПАО «ОДК-Кузнецов» отмечена серебряной медалью лауреата международной выставки «Металл-Экспо» за разработку технологии изготовления уникальных крупногабаритных отливок из жаропрочных сплавов для газотурбинных двигателей, ориентированной на использование отечественного оборудования для организации современного ресурсоэффективного, компьютероориентированного литьевого производства.

Оборудование

На установке ПУВЛ-450 можно получать слитки диаметром от 15 до 55 мм из медных, алюминиевых и других сплавов с температурой плавления до 1100 °C. Установка позволяет регулировать скорость вытягивания слитка и подбирать режимы под широкий спектр сплавов, что дает возможность применять её как для производства опытных партий слитков, так и для исследовательских целей.

Песчано-полимерный трехмерный принтер SP500 предназначен для изготовления разовых литьевых форм и стержней любой конфигурации методом 3D печати по InkJet технологии, существенно сокращающей время и себестоимость получения отливки. Изготовленные на принтере с погрешностью до 100 мкм формы позволяют получать отливки из широкого спектра сплавов с 6–7 классом точности по ГОСТ Р 53464–2009.

Котел КПЭМ-60/9Т предназначен для удаления модельной массы из полости формы. Котел содержит бак с водой, в которой происходит удаление модельной массы. Нагрев происходит за счет «пароводяной рубашки» корпус выполнен полностью из нержавеющей стали.

Инжектор DVWI-1 предназначен для запрессовки воскоподобных смесей. Управление процессами вакуумизации и впрыска воска в модель осуществляется в автоматическом режиме, автокламп (зажим) обеспечивает оптимальную степень сжатия модели и точный прижим к соплу инжектора, автоматизация снижает влияние человеческого фактора.

Смесители MZJ60 предназначены для приготовления керамической супензии. Охлаждаемая лопасть предназначена для охлаждения супензии и для поддержания стабильной температуры.



Портальная установка вертикального литья вверх
ПУВЛ-450 с индукционной тигельной печью



Песчано-полимерный трехмерный принтер
SP500



Смесители для приготовления огнеупорной
сuspензии MZJ60 с охлаждаемой лопастью



Котел КПЭМ-60/9Т



Инжектор DVWI-1 4,0 л

Контактная информация

**Белов Владимир Дмитриевич, д-р техн. наук, профессор,
заведующий кафедрой ЛТиХОМ
тел. +7 (495) 951-17-25,
e-mail: vdbelov@misis.ru**

КАФЕДРА МЕТАЛЛОВЕДЕНИЯ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ



**Солонин Алексей Николаевич,
заведующий кафедрой,
канд. техн. наук**

Научно-исследовательская работа кафедры направлена на разработку и исследование новых металлических материалов, обладающих требуемой структурой и свойствами, а также современных технологий производства из них полуфабрикатов и конечных изделий.

Основные научные направления деятельности кафедры

- исследование структуры и свойств алюминиевых сплавов (руководитель – доцент, канд. техн. наук Поздняков А. В.);
- сверхпластичность сплавов (руководитель – канд. техн. наук Михайлова А.В.);
- композиционные материалы (руководитель – с.н.с., канд. техн. наук Просвиряков А.С.);
- аморфные металлические материалы (руководитель – д-р техн. наук Лузгин Д.В.);

- неупругость металлических материалов (руководитель – проф., д-р физ.-мат. наук Головин И.С.);
- моделирование структуры и свойств металлических материалов (руководитель – канд. техн. наук Солонин А.Н.).
- исследование и разработка материалов для аддитивных технологий (руководитель – канд. техн. наук Солонин А.Н.).

Кадровый потенциал подразделения

Докторов наук – 2 чел., кандидатов наук: 21 чел., аспирантов – 9 чел., инженерно-технических работников – 8 чел.

67 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

1. Проект в рамках государственного задания по теме «Разработка научно-технических решений получения металломатричных композиционных материалов для аддитивного производства»;
2. Грант РНФ по теме «Неоднородные структурные состояния в сплавах на основе железа с магнитомеханическим взаимодействием: корреляция физических и инженерных свойств»;
3. Грант РНФ по теме «Исследование закономерностей структурообразования и разработка новых высокотехнологичных сплавов на осно-
- ве системы Al-Zn-Mg-Cu с редкоземельными металлами»;
4. Грант РНФ по теме «Исследование закономерностей формирования структуры и разработка новых высокотехнологичных сплавов на основе систем Al-Cu-Y и Al-Cu-Er»;
5. Грант РНФ по теме «Научные основы создания высокопрочных сплавов на основе алюминия со структурой композиционного типа, упрочненных наноразмерными дисперсоидами квазикристаллических и упорядоченных фаз».

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

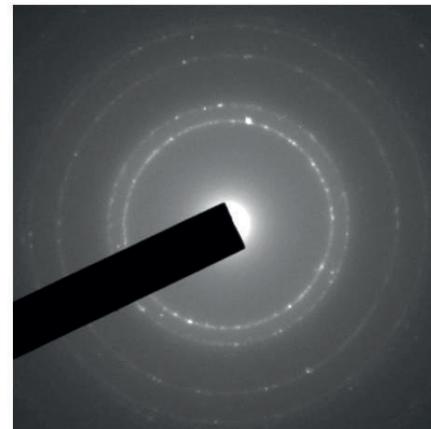
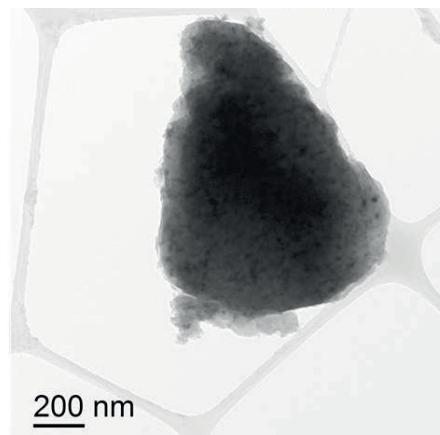
1. Исследованы особенности легирования иттрием и эрбием сплавов системы Al-Zn-Mg-Cu

в диапазоне концентраций 2,5–3,5% каждого. Разработаны составы и режимы термиче-

- ской обработки новых высокотехнологичных алюминиевых сплавов на основе системы Al-Zn-Mg-Cu-Zr-Y-Er с хорошим уровнем литьевых свойств, высоким уровнем прочности при комнатной и повышенных температурах, особенно предела текучести при растяжении и предела длительной прочности при температуре 200°C. Новые сплавы сочетают в себе высокий уровень прочности и технологичности при литье, занимая положение между высокопрочными и свариваемыми алюминиевыми сплавами;
2. Тщательно исследованы фазовые превращения в сплавах систем Fe-Ga, Fe-Ge, Fe-Al и др., необходимые для понимания и управления их функциональными свойствами. В частности, изучены характеристики и кинетика превращений D03 ® L12 и L12 « D019, D03 ® L12+Fe13Ga9 (впервые установлено существование этой метастабильной фазы) ® L12+Fe6Ga5 в сплавах Fe-Ga, L12 « D019 в сплаве Fe3Ge, D03 ® B2 ® A2 в сплаве Fe3Al, формирования Н-фазы в сплаве памяти формы Ni50Ti30Hf20, стабилизация мартенситного превращения в сплаве Гейслера Ni2.36Mn0.64Ga;
 3. Наряду с методами XRD, SEM-EBSD, DSC, VSM, электросопротивления и внутреннего трения, особый акцент в исследованиях был сделан на использовании данных дифракции нейтронов. Подготовлено две обзорные статьи по неупругости сплавов на основе системы Fe-Ga и функциональным свойствам сплавов магния;
 4. Исследованы неупругие эффекты и демпфирующая способность ряда материалов. В сплавах Fe-Ga-Al проанализирована релаксация Зинера, обусловленная образованием и переориентацией пар замещенных атомов Al-Al, Ga-Ga, Al-Ga, коррелирующая с магнитострикцией сплавов. Методом внутреннего трения изучена кинетика

рекристаллизации сплава AA5051, подвергнутого осадке с кручением, установлено влияние коррозионностойкого напыления на демпфирование Fe-Ga сплава;

5. Выявлены закономерности влияния состава обрабатываемого материала и параметров механического легирования на размер и морфологию порошковых композиционных гранул на основе алюминия и меди. Показано, что состав композиционных материалов (КМ) в меньшей степени влияет на морфологию гранул КМ, чем параметры механического легирования. Показано, что в процессе обработки в планетарной шаровой мельнице размер гранул КМ уменьшается в 2-3 раза, в случае если исходные компоненты имели размер более 100 мкм, а их форма изменяется от оскольчатой до более правильной, слаженной. Итоговый размер гранул КМ составляет менее 60 мкм, что соответствует требованиям, предъявляемым к порошковым материалам, используемым в аддитивных технологиях (селективном лазерном плавлении);
6. Исследованы кинетика и механизмы растворения чистого Mn и фазы Al6Mn в алюминии и сплаве Al-Mn-Cu при механическом легировании. Показано, что как чистый Mn, так и интерметаллид растворялись в процессе высокоэнергетической обработки, а максимальная концентрация Mn в твердом растворе составила 3,1 ат.%. Благодаря предварительной мехактивации компонентов растворимость увеличивалась до 4 ат.%Mn в тройном сплаве. Наименьший размер зерен ~25 нм и максимальное содержание Mn в твердом растворе наблюдали после обработки смеси чистых порошков и лигатуры в течение 60 и 20 часов соответственно. Максимальная микротвредность гранул после размола составила ~5 ГПа за счет эффекта твердорастворного упрочнения и дисперсионного упрочнения частицами фазы Al6Mn;



Структура гранул сплава Al-Mn-Cu после механического легирования.

7. Изучено влияние добавок Со, Мо на микроструктуру, показатели сверхпластичности и механические свойства титановых сплавов. Легирование Со обеспечило сверхпластичность при 625–775 °С с удлинением 800–1000%. Показано, что увеличение содержания бора до 0,1 мас. % в сплавах Ti-4Al-3Mo-1V обеспечивает модифицирование зеренной структуры на стадии кристаллизации слитка. Малая добавка бора (0,01–0,1%) обеспечивает значительное снижение напряжения течения на начальной стадии сверхпластической деформации

за счет ускорения процессов рекристаллизации и глобуляризации фаз и не оказывает влияния на относительное удлинение. Повышение содержания Мо от 1 до 5 % в сплавах системы Ti-Al-Mo-V-Fe-Ni-B обеспечивает снижение температуры проявления сверхпластичности с 775 до 625 °С и рост относительного удлинения за счет повышения объемной доли β -фазы и снижения скорости динамического роста зерен, способствуя при этом росту прочностных характеристик и характеристик пластичности.

Подготовка специалистов высшей квалификации

Постникова Мария Николаевна Разработка сплавов с низкотемпературной сверхпластичностью на основе системы Ti-Al-V-Mo, легированных эвтекто-

идообразующими элементами и бором. Дис. к.т.н., октябрь 2023.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

- D. G. Chubov, J. Cifre, H. W. Chang, S. U. Jen, V. V. Palacheva, A. M. Balagurov, I. S. Golovin. Complex mechanism of anelastic relaxation in ternary Fe-20(Al+Ga) alloys // Scripta Materialia 235 (2023) 115622, <https://doi.org/10.1016/j.scriptamat.2023.115622>;
- A. V. Shuitcev, M. G. Khomutov, R. N. Vasin, L. Li, I. S. Golovin, Y. F. Zheng, Y. X. Tong. The role of H-phase in thermal hysteresis and shape memory properties in Ni50Ti30Hf20 alloy // Scripta Materialia 230 (2023) 115391, <https://doi.org/10.1016/j.scriptamat.2023.115391>;
- A. Shuitcev, M. Sun, Q. F. Fang, I. S. Golovin, L. Li, Y. F. Zheng, Y. X. Tong. Stress-assisted atomic diffusion in NiTiHf shape memory alloys // Intermetallics 164 (2024) 108091, <https://doi.org/10.1016/j.intermet.2023.108091>;
- A. M. Balagurov, N. Yu. Samoylova, S. V. Sumnikov, I. S. Golovin. Structural and magnetic phase transitions in Fe3Ge: neutron diffraction study // Physical Review Materials 7 (2023) 063603, <https://doi.org/10.1103/PhysRevMaterials.7.063603>;
- O. A. Yakovtseva, A. I. Bazlov, A. S. Prosviryakov, N. B. Emelina, N. Y. Tabachkova, A. V. Mikhaylovskaya. The influence of the Al2O3 particles on the microstructure of the mechanically alloyed Al-Mn-Cu alloy // Journal of Alloys and Compounds 930 (2023) 167452, <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2022.167452>;
- A. Akbarpour, M. S. Parkhomenko, A. M. Khalil, V. V. Cheverikin, N. Y. Tabachkova, E. N. Zanaeva,
- A. I. Bazlov, Effect of Thermomechanical Treatment on the Micro-hardness and Crystallization Behavior of an Amorphous Zr65.5Ni16Cu8.5Al10 Alloy // Metals and Materials International 29 (2023) 2492–2499, <https://doi.org/10.1007/s12540-023-01389-8>;
- S. M. Amer, M. V. Glavatskikh, R. Y. Barkov, A. Y. Churyumov, I. S. Loginova, M. G. Khomutov, A. V. Pozdniakov, Comprehensive Analysis of Microstructure and Hot Deformation Behavior of Al-Cu-Y-Mg-Cr-Zr-Ti-Fe-Si Alloy // Metals 13 (2023) 1853, <https://doi.org/10.3390/met13111853>;
- A. D. Kotov, M. N. Postnikova, A. O. Mosleh, A. V. Mikhaylovskaya, Effect of Mo content on the microstructure, superplastic behavior, and mechanical properties of Ni and Fe-modified titanium alloys // Materials Science and Engineering: A 877 (2023) 145166, <https://doi.org/10.1016/j.msea.2023.145166>;
- A. S. Prosviryakov, A. I. Bazlov, A. Yu Churyumov, A. V. Mikhaylovskaya. A study on the influence of Zr on the strengthening of the Al-10%Al2O3 composite obtained by mechanical alloying // Metals 13(12) 2023 2008, <https://doi.org/10.3390/met13122008>;
- A. M. Khalil, M. Ibrahim, A. N. Solonin, Understanding the effect of low melting-point phases and homogenization annealing on the liquation cracks formation in the Al-Cu binary system during laser melting process // Materials Letters 334 (2023) 133715 <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2022.133715>.

Основные научно-технические показатели

- монографии, учебники и учебные пособия – 1;
- публикаций в российских научных журналах из списка ВАК – 14;
- в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 61;
- объектов интеллектуальной собственности, аттестованных методик – 9;
- выставок, на которых были представлены экспонаты или стенды научных разработок с участием сотрудников подразделения – 2;
- конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения – 10;
- защищенных кандидатских и докторских диссертаций – 1.

Контактная информация

Солонин Алексей Николаевич, заведующий кафедрой
тел. +7 (499) 236-31-29,
e-mail: solonin@misis.ru,
кабинет К-300.

КАФЕДРА МЕТАЛЛУРГИИ СТАЛИ, НОВЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛОВ



Дуб Алексей Владимирович,
заведующий кафедрой,
д-р техн. наук

Научно-исследовательская деятельность кафедры направлена на решение фундаментальных задач теории производства стали и ферросплавов, моделирования металлургических процессов, исследования коррозионного состояния материалов и защиты от коррозии, создания интеллектуальных магнитных материалов и устройств для технических и биомедицинских приложений, создания новых гибридных аддитивных технологий. Деятельность кафедры направлена на решение следующих прикладных задач: автоматизация и управление процессами получения стали; совершенствование конструкций металлургических агрегатов, проектирование цехов и мини- заводов; создание и внедрение новых функциональных, антикоррозионных и износостойких покрытий; создание новых технологий и оборудования для аддитивного производства; создание систем селективной магнитной сепарации; создание экспресс-методов анализа коррозионной стойкости конструкций из строительных материалов и систем онлайн коррозионного мониторинга объектов атомно-энергетического комплекса; систем контроля локальных магнитных свойств; интеллектуальных магнитных наночастиц и капсул для терапии онкологических заболеваний.

На кафедре функционирует лаборатория холодного моделирования процессов продувки жидкой стали в кислородном конвертере, ковше и циркуляционном вакууматоре. Создана учебно-научно производственная база «Тёплый стан», имеющая в своём распоряжении современное плавильное оборудование спецэлектрометаллургии – вакуумно-индукционные печи, печи электрошлакового переплава, печь с холодным тиглем и т.д. На УЧНБ «Тёплый стан» осуществляются выполнение НИР и ОКР, проведение практических занятий для студентов и аспирантов, разработка учебных моделей и тренажёров и изготовление малотоннажных партий специальных сталей и сплавов для внешних заказчиков.

На кафедре функционирует лаборатория с приглашёнными зарубежными учеными «Перспективные прецизионные материалы», которая специализируется на разработке технологий получения прецизионных материалов для производства миниатюрных технических устройств с использованием аддитивных и MIM-технологий, систем селективной магнитной сепарации, материалов для терапевтической онкологической гипертермии. Лаборатория оснащена современным оборудованием: METKON; NCS Germany, OBLF; и имеет ряд уникальных установок.

Основные научные направления деятельности кафедры

- Теория и технология производства стали и сплавов в различных металлургических – агрегатах;
- Разработка и оптимизация технологий внепечной обработки и разливки стали;
- Теория и технология производства сложнолегированных сталей и сплавов методами современной спецэлектрометаллургии;
- Развитие ресурсосберегающих технологий производства ферросплавов;
- Математическое и физическое моделирование сталеплавильного производства;
- Рациональное природопользование и экологические аспекты металлургического производства;
- Исследование и экспертиза коррозионной стойкости элементов строительных металлоконструкций;
- Системы мониторинга коррозионного состояния;
- Селективная магнитная сепарация;

- Новые технологии модернизации состояния поверхности лёгких конструкционных материалов и сталей, замещающие традиционные методы;
- Интеллектуальные магнитные материалы для технических и биомедицинских приложений;
- Аддитивные технологии.

Кадровый потенциал подразделения

На кафедре работают: 6 – профессоров, 7 – доцентов, 1 – старший преподаватель, 2 – ведущих научных сотрудника, 1 – старший научный сотрудник, 2 – научных сотрудника, 1 – ведущий эксперт, 26 – аспирантов.

Из них: 1 – академик РАН, 3 – доктора технических наук, 1 – доктор химических наук, 1 – доктор физико-математических наук, 6 – кандидатов технических наук, 1 – кандидат химических наук, 1 – кандидат физико-математических наук.

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

Кафедра металлургии стали, новых производственных технологий и защиты металлов активно сотрудничает в научно-технической сфере с ведущими отечественными металлургическими предприятиями России – ПАО «Северсталь», ОАО «НЛМК», ОАО «Магнитогорский Металлургический Комбинат», ОАО «Металлургический завод «Электросталь», ОАО «Композит», а также реализует ряд совместных исследовательских проектов с зарубежными компаниями и институтами – Helmholtz-Zentrum Berlin (HZB), National Technical University of Athens (NTUA), Österreichische Akademie Der Wissenschaften, Institute of Materials Science of Madrid, Spanish National Council for Research, CSIC

1. Предоставление консультаций в ходе предварительных проработок и выполнения проектных работ, связанных с реконструкцией, техперево-

оружением и строительством объектов металлургических производств. ООО СК-Проект, г. Челябинск

2. Разработка методики оценки коэффициента замены кокса природным газом для условий ДП-3 в рамках проекта Повышение эффективности использования природного газа, вдуваемого в доменную печь № 3 ПАО «НЛМК» за счёт его подогрева и усовершенствования конструкции воздушных фирм
3. Предоставление экспертных услуг технического характера в ходе проработок технологических решений и выполнения проектных работ, связанных с реконструкцией и строительством объектов в металлургии и цементном производстве. ООО СНК, г. Светлый, Оренбургской обл.

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

1. ГОСТ Р 70573-2022 «Элементы облицовки, узлы и детали крепления фасадных навесных вентилируемых конструкций. Параметры долговечности»
2. Подкур С.В., Котельников Г.И., Волков А.Е., Пименов Е.Д. Свидетельство о государственной регистрации программы ЭВМ № 2022614004 «H2O-Steel», в Реестре программ для ЭВМ с 16 марта 2022 г.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. В. Караваев, Ю. Ю. Бабушкин, М. Г. Мощенко, А. В. Кириков (2023) Применение метода упругих микрорезонансов для поточного контроля размера зерна тонколистового проката электротехнических изотропных сталей. Труды XIII конгресса прокатчиков (том 2) / Редакционная комиссия: Спирин С. А. (председатель), Думчева Т. Н.-Москва;
2. Белононжко С. С., Котельников Г. И., Шарафаненко И. К. [и др.] Исследование поведения азота на всех этапах производства трубной стали / Сталь. – 2023. – № 11. – С. 20-24;
3. Белононжко С. С., Котельников Г. И., Колоколов Е. А. [и др.] Разработка технологии производства вакуумированной стали с повышенной концентрацией азота // Металлург. – 2023. – № 9. – С. 13-18;
4. Белононжко С. С., Котельников Г. И., Мурzin И. С., Билан И. Т. Анализ технологии производства трубной стали 25ХГМФА с контролируемым содержанием азота // Проблемы черной металлургии и материаловедения. – 2023. – № 2. – С. 3-12;

5. Белононжко С.С., Мурзин И.С., Бутурлакин М.Н., Билан И.Т. Оптимизация схемы производства колесной стали в условиях АО «ТАГМЕТ» // Сталь.– 2023. – № 3. – С. 31-33;
6. Подкур С.В., Котельников Г.И. Влияние климата на катастрофическое разрушение металлических конструкций «Тяжелое машиностроение», № 5–6, 2023. С. 22-32;
7. Муратов Е.В., Подкур С.В., Семин А.Е., Котельников Г.И., Дурынин В.А. Влияние массы железистого «болота» на эффективность выплавки стали 08Х18Н10 в ДСП. «Тяжелое машиностроение», № 1–2, 2023. С. 39–47;
8. Муратов Е.В., Подкур С.В., Семин А.Е., Котельников Г.И., Дурынин В.А. Влияние углерода в металле и присадок кокса на шлак перед окислительным вакуумированием стали типа 08Х18Н10 на потери хрома. «Тяжелое машиностроение», № 3, 2023. С. 25–34;
9. Муратов Е.В., Подкур С.В., Семин А.Е., Котельников Г.И., Дурынин В.А. Технологические и экономические тенденции развития производства коррозионностойкой стали в России. «Тяжелое машиностроение», № 3–4, 2023. С. 26–30;
10. Подкур С.В., Котельников Г.И. Анализ эффективности использования сталеплавильных мощностей в странах мира. «Тяжелое машиностроение», № 3–4, 2023. С. 21–25.

Основные научно-технические показатели

- Общее количество публикаций: 28. Из них статей – 17 (в том числе, статей в Web of Science – 2, Scopus – 5, в журналах, рекомендованных ВАК – 11)
- количество выставок, на которых были представлены экспонаты или стенды научных разработок с участием сотрудников кафедры – 4
- количество конференций, организованных кафедрой – 2
- количество конференций, в которых участвовали сотрудники кафедры – 16

Награды студентов, аспирантов и сотрудников кафедры

1. Победители стипендиального конкурса им. Е.Ф. Вегмана от ГК «МетПром»: Казин Денис Романович (МУТС-22-1), Остриков Андрей Вячеславович (А2.6.2-23-МЗМ), Чуев Андрей Владимирович (МУТС-22-1);
от Минэкономразвития России – Киселев Андрей Олегович (МУТС-22-4);
2. Победитель обучение по программам в области искусственного интеллекта в рамках федERALного проекта «Искусственный интеллект» – доцент Котельников Г.И., аспирант Подкур С. В за подготовку и издание монографии «Металлургия. Погода. Климат».

Контактная информация

Дуб Алексей Владимирович, заведующий кафедрой,

Тел: +7 (495) 638-45-17,

e-mail: Dub.av@misis.ru

КАФЕДРА ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ



Алещенко Александр Сергеевич,
заведующий кафедрой,
канд. техн. наук

Научно-исследовательская работа кафедры ОМД ориентирована на фундаментальные исследования и прикладные разработки по следующим приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России:

- нанотехнологии и новые материалы;
- энергосберегающие технологии.

К ним относятся разнообразные процессы прокатки, прессования и волочения черных и цветных металлов, которые охватывают механику пластической деформации, реологические свойства, структурообразование и формирование комплекса свойств деформируемых металлов, сплавов и композиционных материалов; а также совершенствование и развитие технологии производства сварных и бесшовных труб, разработка технологического инструмента и оборудования для реализации новых технологий пластической обработки металлов.

Основные научные направления деятельности кафедры

1. Радиально-сдвиговая прокатка высоколегированных металлов, титановых и циркониевых сплавов;
2. Разработка и совершенствование технологических процессов, и оборудование для производства полых заготовок и труб;
3. Совершенствование технологии и оборудования для производства сварных труб;
4. Математическое и компьютерное моделирование процессов пластической деформации материалов;
5. Развитие теории и технологии термомеханической обработки легких сплавов, управления структурой и получения специальных свойств металлопродукции;
6. Исследование, термомеханическая обработка и применение сплавов с памятью формы. Формирование нанокристаллических структур металлов и сплавов, разработка новых функциональных материалов;
7. Исследование и разработка алюминиевых сплавов.

Кадровый потенциал подразделения

Докторов наук – 10 чел., кандидатов наук – 35 чел., научных сотрудников – 8 чел. и аспирантов: 50 чел.

Инженерно-технических работников: 56 чел.

140 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

1. «Разработка и внедрение комплексных технологий производства бесшовных труб из сталей нового поколения с управляемой коррозионной стойкостью при осложненных условиях эксплуатации для топливно-энергетического комплекса Российской Федерации»;
2. «Исследование основных характеристик различных марок сталей, влияющих на эксплуата-
- ционный ресурс (износостойкость) трубопрокатного инструмента»;
3. «Разработка научных основ и экспериментальная отработка термо-деформационной технологии получения полуфабрикатов из сплавов биомедицинского применения системы Со-Cr-Mo с экстремально высокой пластичностью и стабильной прочностью»;

4. «Обоснование структуры высокопрочных и термостойких деформируемых алюминиевых сплавов, не требующих гомогенизации и закалки»;
5. «Создание научных принципов многокомпонентного легирования заэвтектических кальций-содержащих алюминиевых сплавов с особыми физико-механическими свойствами».

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

1. Ведется разработка и внедрение комплексных технологий производства бесшовных труб из сталей нового поколения с управляемой коррозионной стойкостью при осложненных условиях эксплуатации для топливно-энергетического комплекса Российской Федерации;
2. В рамках проектов РНФ обоснованы составы и перспективных экономнолегированных алюминиевых сплавов и технологии получения из них фасонных отливок и деформируемых полуфабрикатов, в том числе из вторичного сырья. Среди них термостойкие сплавы на основе системы Al – Cu – Mn (Mg,Zn,Fe,Si), не требующих гомогенизации и закалки; заэвтектические кальций-содержащие сплавы с особыми физико-механическими свойствами; высокопрочные сплавы на основе системы Al-Cu с микродобавкой олова;
3. Выполнены исследования процесса прошивки толстостенных труб на трехвалковом стане СВП-500. Разработаны новые режимы прошивки и оснастка технологического инструмента позволяющая стабилизировать процесс прошивки на завершающей стадии;
4. Разработан метод дисперсионного упрочнения сплава Ti-22Nb-6Zr с памятью формы за счет контролированного $\beta \rightarrow \omega_{iso}$ превращения. Экспериментально установлена кинетика превращения, методы контролированного выделения частиц и их морфология. Показана перспективность использования дисперсионного упрочнения сплава Ti-22Nb-6Zr поскольку данный метод может быть применён для изделий, получаемых аддитивным методом;
5. Исследование особенностей функционального термомеханического поведения новых сплавов системы Ti-Zr-Nb с эффектами памяти формы и сверхупругости в зависимости от их состава и структурного состояния.

Подготовка специалистов высшей квалификации в 2023 г.

В 2023 году 5 аспирантов защитили НКР и получили диплом преподавателя исследователя, 1 аспирант защитил кандидатские диссертации.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Gamin, Y., Akopyan, T., Kin, T., Galkin, S., Aleshchenko, A. Effect of radial-shear rolling on particle's morphology and mechanical properties of AA7075 alloy. Materials Science and Technology (United Kingdom), 2023, 39(15), 2205–2216;
2. N. A. Belov, T. K. Akopyan, K. A. Tsydenov, S. O. Cherkasov, N. N. Avxentieva. Effect of Fe-Bearing Phases on the Mechanical Properties and Fracture Mechanism of Al – 2wt.%Cu – 1.5wt.%Mn (Mg,Zn) Non-Heat Treatable Sheet Alloy, Metals, 2023, 13, 1911;
3. T. K. Akopyan, N. V. Letyagin, N. A. Belov, Z. Nguen, A. S. Fortuna. The role of Sn trace addition on the precipitation behavior and strengthening of the wrought Al-Cu-Mn alloy, Journal of Materials Science, 2023, 58(19), pp. 8210–8229;
4. T. K. Akopyan, N. A. Belov, N. V. Letyagin, S. O. Cherkasov, X. D. Nguen. Description of the new eutectic Al-Ca-Cu system in the aluminum corner, Metals, 2023, 13(4), 802;
5. V. V. Doroshenko, E. A. Naumova, A. A. Aksenenko, O. O. Shcherbakova, A. S. Finogeev. The Structure and Mechanical Properties of Rolled Sheets of the Multicomponent Al – 2.5Ca – 2.5Mg Alloy Doped with Scandium and Zirconium, Physics of Metals and Metallography, 2023, 124(7), pp.692–697;
6. Vavilkin, N. M., Budnikov, A. S., Kholodova, N. V. Features of computer simulation of the joint thermal field of the plug and shell during piercing of extra-thick-walled hollow billets, Chernye Metally, 2023, 2023(5), 48–52;
7. Troitskii, D. V., Gamin, Yu.V., Galkin, S. P., Budnikov, A. S. Parametric model of a three-roll unit of radial-shear rolling mini-mill, Izvestiya Ferrous Metallurgy, 2023, 66(3), страницы 376–386;
8. Aleshchenko, A. S., Lakiza, V. A., Romantsev, B. A., Korol, A. V. Study of the resistance of plugs when piercing billets made of 20Kh13 steel on the MISIS-130D screw rolling mill. Chernye Metally, 2023, 2023(12), 70–74.

Основные научно-технические показатели

- в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 47;
- объектов интеллектуальной собственности, аттестованных методик – 6;
- конференций, конкурсы в которых принимали участие сотрудники подразделения – 6;
- защищенных кандидатских и докторских диссертаций – 4 (кtn).

Награды и премии 2023

- Исаев Д. С., Кулешова Н. А., Страхов О. В. – Именная стипендия имени А. Д. Дейнеко;
- Бычкова А. В., Косьмин И. В., Фионов С. С., Ставхов О. В., Кулешова Н. А., Росоленко С. К., Караваева М. А., Алёнис К. И., Ушаков А. И. – Именная стипендия имени Е.Ф. Вегмана;
- Бакалавры Росоленко С. К. и Толстов Н. в команде – Диплом 2 степени, Математический калейдоскоп – 2023;
- Магистр Елохов Д. В. – Диплом за 2 место, 10 Молодежная научно-практическая конференция АО «Северский трубный завод». Секция Производственная экология и Диплом за 1 место Секция Механическая, а также Диплом призера на Международном форуме «Горизонты»;
- Магистр Боробов Д. А. – Диплом победителя на Молодежной научно-практической конференции среди заводов группы ТМК;
- Магистр Невоструев В. О. – Диплом призера на Чемпионате по качеству «ТВЭЛ ВЭЛЛ»;
- Бакалавр Росоленко С. К. – Диплом лауреата III степени Всероссийский патриотический проект «Я горжусь. Наставники»;
- аспиранты Кин Т. Ю. и Махмуд А. А. награждены дипломом и званиями лауреатов конкурса «Молодые ученые 2023» в рамках «Металл-Экспо 2023» за научно-исследовательскую работу «Исследование технологии изготовления деформированного полуфабриката из медицинского сплава системы Co-Cr-Mo»;
- Победителями в конкурсе РНФ 2023 «Молодые ученые» стали Баранова Александра Павловна и Кадиров Пулат Оманович;
- Победители конкурса УМНИК 2023 – Деркач Михаил Анатольевич и Черкасов Владимир Владимирович;
- Прокошкин С. Д. – Нагрудный знак «Почетное звание «Почетный работник науки и высоких технологий Российской Федерации» Министерства науки и высшего образования РФ;
- Дубинский С. М. – Нагрудный знак «Молодой ученый» Министерства науки и высшего образования РФ;
- Баранова А. П. – Грамота за участие в финале Центрального округа конкурса управленцев «Лидеры России» 2023–2024 г.

Контактная информация

**Алещенко Александр Сергеевич, заведующий кафедрой ОМД,
канд. техн. наук, доцент.
тел.: +7 (495) 638-45-73,
e-mail: aleschenko.as@misis.ru**

КАФЕДРА ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ



**Левашов Евгений
Александрович, заведующий
кафедрой, д-р техн. наук
почетный доктор Горной
Академии Колорадо (США),
почетный работник науки
и высоких технологий
РФ, академик РАЕН
и международной академии
керамики (World Academy of
Ceramics, WAC)**

Научно-исследовательская деятельность кафедры направлена на решение фундаментальных и прикладных задач порошкового материаловедения, разработку процессов получения перспективных материалов и покрытий с использованием современных производственных технологий порошковой металлургии и инженерии поверхности.

Основные научные направления деятельности кафедры

- Самораспространяющийся высокотемпературный синтез неорганических материалов;
- Металломатричные композиты и технологии получения сверхтвердых материалов;
- Жаропрочные никелевые и титановые сплавы и их применение в аддитивных технологиях;
- Сверхтугоплавкие и дискретно-армированные композиционные материалы;
- Материаловедение и технологии твердых сплавов;
- Технологии ионно-плазменного, ионно-лучевого, электроискрового осаждения функциональных покрытий (трибологические, износостойкие, биосовместимые, жаростойкие, коррозионностойкие, оптически прозрачные);
- Порошковые конструкционные и инструментальные стали;
- Материалы тепловыделяющих и поглощающих элементов для атомной промышленности.

Кадровый потенциал подразделения

На кафедре работают: 7 профессоров, 8 доцентов, 1 старший преподаватель, 1 заведующий лабораторией, 3 ведущих эксперта научного проекта, 1 м.н.с., 4 инженера, 1 учебный мастер, 4 лаборанта. Из них: 1 академик РАЕН, 3 академика Международной академии керамики (WAC), 8 докторов и 10 кандидатов наук. На кафедре обучаются 10 аспирантов.

Выполнялось 8 научных проектов, включая 4 проекта РНФ, хоздоговорные работы с АО «Композит», ПАО «Русполимет» и ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова»

1. Хозяйственный договор с АО «Композит», 9 млн. руб;
2. Проект РНФ № 19-19-00117 «Перспективные функциональные композиционные материалы и покрытия для высокотемпературных областей применения», 7 млн. руб;
3. Проект РНФ № 23-49-00141 «Получение защитных гетерофазных покрытий методами

39,5 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

- импульсной плазменной и электроискровой обработки» (совместно с Государственным фондом естественных наук Китая (NSFC)), 7 млн. руб;
4. Проект № 22-79-10144 РНФ «Разработка высокоэнтропийных связок для нового поколения алмазного режущего инструмента с повышенными эксплуатационными характеристиками за счет комплексного модифицирования и реализации механизмов дисперсного и дисперсионного упрочнения», 6 млн. руб;
 5. Проект № 21-79-10103 РНФ «Самораспространяющийся высокотемпературный синтез новых керамических материалов на основе МАВ-фаз», 6 млн. руб.

Основные научные и технические результаты

1. Разработана технологическая инструкция (ТИ) на процесс изготовления элементов футеровки, включающая в себя два основных этапа: получение гетерофазного порошка элементным синтезом и его последующую консолидацию методом горячего прессования. Изготовлены элементы футеровки огневой стенки камеры сгорания;
2. Исследовано влияние состава реакционной смеси, содержащей оксидные добавки, выбранные из системы $\text{MeO}_y\text{-Y}_2\text{O}_3$ (где $\text{Me} = \text{Al}, \text{Mg}$), давления азота и размера образцов на макрокинетические характеристики фильтрационного горения в системе Si-Ta-N , структурно-фазовое состояние продуктов синтеза в системе $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-TaN-Ta}_5\text{Si}_3$. Изготовлены керамические образцы с добавкой к СВС-порошку активатора спекания $\text{MeO}_y\text{-Y}_2\text{O}_3$ и исследовано структурно-фазовое состояние, механические и теплофизические свойства;
3. Исследованы макрокинетические параметры горения смесей Hf-Zr-Si-B-C и особенности структурообразования продуктов синтеза в системе $\text{HfB}_2\text{-ZrB}_2\text{-SiC}$. Получены керамики с различным соотношением $\text{HfB}_2/\text{ZrB}_2$. Показано влияние легирующей La -содержащей добавки на фазовый состав, структуру, механические свойства и окислительную стойкость керамики;
4. Исследованы состав, структура, свойства (твердость, модуль упругости, величина упругого восстановления, трещиностойкость, адгезионная прочность, термическая стабильность, жаростойкость, оптические характеристики) ионно-плазменных покрытий $\text{Mo-Si-B-(Zr,Hf)-La}$, полученных с использованием СВС мишней в режиме постоянного тока (DCMS) и высокомощном импульсном режиме (HIPIMS);
5. С помощью комбинированного способа осаждения, сочетающего процессы электроискровой обработки (ЭИО) и вакуумного импульсного магнетронного распыления (ВИМР) с использованием электродов и мишней Me-Si-B ($\text{Me}: \text{Zr}, \text{Hf}, \text{Mo}$) получены многослойные покрытия. Установлены закономерности влияния силы тока, энергии, частоты и длительности импульсов, времени обработки и состава газовой среды на структуру, химический и фазовый состав покрытий, их механические, трибологические свойства и жаростойкость. Методом ЭИО получены покрытия с использованием около-эвтектических электродов AlCaSiY при варьировании параметров импульсных разрядов. Определены оптимальные энергетические режимы получения бездефектных покрытий. Методом вакуумного импульсного магнетронного распыления (ВИМР) функционально-градиентных мишней с верхним рабочим слоем $\text{ZrSi}_2\text{-MoSi}_2\text{-ZrB}_2$, $\text{HfSi}_2\text{-MoSi}_2\text{-HfB}_2$ и несущим слоем молибдена получены покрытия при варьировании режимов осаждения. Измерены механические свойства, упруго-пластические характеристики, стойкость к циклическим ударным нагрузкам, жаростойкость и термическая стабильность покрытий. Выполнены *in situ* ПЭМ исследования структурно-фазовых превращений при нагреве покрытий;
6. Методом ПЭМ *in situ* изучен процесс графитизации алмаза в контакте с высокоэнтропийными связками CoCrFeNi , CoCrCuFeNi и CoCrFeNiTi . Определены температурные диапазоны формирования графитоподобного промежуточного слоя на границе «металл-алмаз» и очередь формирования карбидов типа Me_{23}C_6 , Me_7C_3 , Me_3C_2 и вторичных фаз на основе меди (для связки CoCrCuFeNi) и на основе титана (для связки CoCrFeNiTi). Установлено, что тип связки влияет на сплошность промежуточного слоя на основе карбидов и толщину переходного слоя, состоящего из ГЦК твердого раствора, обогащенного никелем. Проведены сравнительные испытания на растяжение ламелей с архитектурой «металл-алмаз»;
7. Проведены комплексные исследования структуры, фазового состава, механических, электро- и теплофизических свойств, жаростойкости и магнитокалорического эффекта керамики на основе МАВ-фазы состава Fe_2AlB_2 , полученной сочетанием методов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) и горячего прессования (ГП). Показана возможность синтеза в режиме послойного горения из элементов фазы Mn_2AlB_2 и последующего горячего прессования керамики с относительной плотностью до 95%;
8. Получена опытная партия овализованного порошка жаропрочного никелевого сплава ЭП741НП, которая была опробована в технологии прямого лазерного выращивания при построении лопатки турбины. Исследовано влияние температурных режимов ГП и фракционного состава порошка на механические свойства сплава ЭП741НП, включая длительную прочность при растяжении, предел прочности на растяжение, предел текучести, относительные удлинение и сужение, ударная вязкость, твердость по Бринеллю.

Подготовка специалистов высшей квалификации

Аспирантами кафедры защищены 6 кандидатских диссертаций по специальности 2.6.5 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы»:

1. Агеев М. И. – «Получение порошков жаропрочных никелевых сплавов и их применение в аддитивных технологиях». Научный руководитель – д-р техн. наук., проф. Левашов Е. А.;
2. Ахметов А. – «Разработка технологии получения порошковых композиционных быстрорежущих сталей». Научный руководитель – д-р техн. наук. Еремеева Ж. В.;
3. Фатыхова М. Н. – «Разработка твердых функционально-градиентных антибактериальных покрытий, предназначенных для защиты изделий от трибокоррозионного, абразивного разрушения и обледенения». Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук Штанский Д. В.;
4. Чертова А. Д. – «Получение функциональных покрытий на основе силицида, нитрида и карбида тантала методом магнетронного распыления керамических мишеней». Научный руководитель – д-р техн. наук., доц. Кирюханцев-Корнеев Ф. В.;
5. Кутджанов М. К. – «Разработка композиционных материалов на основе алюминия, дисперсно-упрочненных керамическими наночастицами». Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук Штанский Д. В.;
6. Седегов А. С. – «Разработка высокоэнтропийных керамических материалов на основе тугоплавких карбидов $(TaTiNbZr)C$ и $(TaTiNbZrX)C$ ($X = Hf, W, Mo$) методами СВС и искрового плазменного спекания». Научный руководитель – канд. техн. наук, с.н.с. Московских Д. О.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Potanin A. Yu., Pogozhev Yu. S., Loginov P. A., Patsera E. I., Rupasov S. I., Levashov E. A. Chemical conversion during transient liquid-phase hot pressing of $TaSi_2$ – TaC – SiC SHS-powder // Ceramics International, 49 (13) (2023) 21839–21847. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2023.04.006>;
2. A. D. Sytchenko, P. A. Loginov, E. A. Levashov, Ph. V. Kiryukhantsev-Korneev Thermal stability of oxidation-resistant Ta-Zr-Si-B-N and Ta-Zr-Si-B-C coatings under in-situ TEM heating and vacuum annealing // Applied Sciences, 13 (2023) 10440. <https://doi.org/10.3390/app131810440>;
3. Ph. V. Kiryukhantsev-Korneev, A. D. Sytchenko, N. S. Kozlova, E. V. Zabelina, D. A. Sidorenko, E. A. Levashov, P. Feng, Effect of nitrogen on the structure and properties of Zr-Si-B-N coatings deposited by magnetron sputtering // Surface and Coatings Technology, 474 (2023), 130042. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2023.130042>;
4. D. Shi, X. Ji, B. Wu, X. Ren, P. Wang, L. Wang, Y. Zhao, J. Chen, C. Yang, P. V. Kiryukhantsev-Korneev, E. A. Levashov, J. Shi, P. Feng, Oxygen blocking enhancement of HfB_2 -SiC coating using HfB_2 - $HfSi_2$ alloyed composite powders by self-propagating high-temperature synthesis // Ceramics International, 49 (22, part B) (2023) 36679–36690. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2023.08.351>;
5. Potanin A. Yu., Bashkirov E. A., Levashov E. A., Loginov P. A., Berezin M. A., Kovalev D. Yu. Nucleation and growth of the Fe_2AlB_2 MAB phase in the combustion wave of mechanically activated Fe – Al – B reaction mixtures // Ceramics International, 49 (23, part A) (2023) 37849–37860. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2023.09.113>;
6. A. D. Popova, A. N. Sheveyko, K. A. Kuptsov, D. Yu. Advahova, D. V. Shtansky, Osteoconductive, osteogenic, and antipathogenic plasma electrolytic oxidation coatings on titanium implants with BMP-2 // ACS Appl. Mater. Interfaces 15(31) (2023) 37274–37289. <https://doi.org/10.1021/acsami.3c08954>;
7. Mukanov S., Loginov P., Fedotov A., Bychkova M., Antonyuk M., Levashov E. The Effect of Copper on the Microstructure, Wear and Corrosion Resistance of CoCrCuFeNi High-Entropy Alloys Manufactured by Powder Metallurgy // Materials, 16(3) (2023) 1178. <https://doi.org/10.3390/ma16031178>;
8. Loginov P. A., Fedotov A. D., Mukanov S. K., Manakova O. S., Zaitsev A. A., Akhmetov A. S., Rupasov S. I., Levashov E. A. Manufacturing of metal-diamond composites with high-strength CoCrCuxFeNi high entropy alloy as a binder // Materials, 16(3) (2023) 1285. <https://doi.org/10.3390/ma16031285>;
9. Kiryukhantsev-Korneev Ph. V., Sytchenko A. D., Chudarin F. I., Senatulin B. R., Levashov E. A. The Influence of Nitrogen Flow Rate on the Structure and Properties of Mo-Hf-Y-Si-B-N Coatings // Journal of Composite Science, 7 (6) (2023) 253. <https://doi.org/10.3390/jcs7060253>.

Патенты и Hoy-Hay

Патент РФ № 2799363 Способ получения порошка быстрорежущей стали механическим легированием

/ Еремеева Ж. В., Пацера Е. И., Ахметов А. Опубликовано: 05.07.2023 Бюл. № 19

Основные научно-технические показатели

- Статей в журналах Web of Science и Scopus – 69;
- Статей в российских научных журналах из списка ВАК – 20;
- Количество сотрудников, защитивших докторские диссертации – 0;
- Количество сотрудников и аспирантов, защитивших кандидатские диссертации – 6;
- Количество поддержанных патентов на объекты промышленной собственности – 1;
- Количество конференций, в которых принимали участие сотрудники кафедры – 14.

Контактная информация

Левашов Евгений Александрович, заведующий кафедрой,

д-р техн. наук., проф.

тел: +7 (495) 638-45-00;

e-mail: levashov.ea@misis.ru

КАФЕДРА СЕРТИФИКАЦИИ И АНАЛИТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ



**Филичкина Вера Александровна,
заведующая кафедрой,
канд. хим. наук**

Научно-исследовательская деятельность кафедры направлена на развитие методов аналитического контроля и систем менеджмента качества, обеспечивающих адекватную оценку качества продуктов, процессов и объектов окружающей среды.

Кадровый потенциал подразделения

Докторов наук – 3 чел., кандидатов наук – 7 чел., аспирантов – 12 чел., инженерно-технических работников – 5 чел., магистрантов, задействованных в НИР – 3 чел.

0,4 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

1. Проанализирована динамика выбросов черного углерода на территории, прилегающей к Магнитогорскому металлургическому комбинату (ПАО ММК), в период с 1930 г. по 2010 г. Годовые выбросы, оценка которых впервые выполнена с использованием системы данных о выбросах Community Emissions Data System, верифицированы с основными этапами развития ПАО ММК. В результате выявлены пять значимых периодов изменения динамики выбросов черного углерода на территории: 1) 1930–1940 гг. – соответствует росту выбросов в среднем на 10 % в год, период ознаменован окончанием строительства и ввода в эксплуатацию четырех мартеновских печей с наращиванием мощностей; 2) 1940–1950 гг. – характерно незначительное снижение динамики уменьшения выбросов, связанное со сложностями развития производства в военный и послевоенный периоды; 3) 1950–1977 гг. – соответствует стабильному росту выбросов в среднем на 8,5 % в год, характеризуется последовательным введением в эксплуатацию на комбинате четырех мартеновских и пяти доменных печей; 4) 1977–2002 гг. – ознаменован нестабильностью в динамике выбросов, период 1990-х гг. ознаменован самым высоким скачком выбросов черного углерода и сопряжен с наращиванием мощностей на комбинате до рекордных показателей за десятилетие; 5) 2000–2010 гг. – выбросы черного углерода по объему примерно равны уровню в 1950–1960 гг., когда объемы производства были значительно меньше, период 2000–2010 гг. можно охарактеризовать намечающейся стабилизацией выбросов. Выявленная в результате исследования тенденция к снижению и дальнейшей стабилизации выбросов в последние десятилетия подтверждает эффективность стратегического направления природоохранной деятельности комбината по сокращению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Для повышения достоверности и точности определения уровня техногенного воздействия на окружающую среду комбинат внедрил локальные системы в технологическое оборудование;
2. Проведены исследования по развитию комплексных подходов к оценке состава и свойств нано- и субмикрочастиц окружающей среды. Получены и интерпретированы не имеющие аналогов данные о химическом составе наночастиц вулканического пепла и городской пыли. Развита методология динамического фракционирования редкоземельных элементов (РЗЭ) в почвах различных типов. Выявлены качественно новые закономерности фракционирования и закрепления РЗЭ, поступающих в почву в виде растворимых солей и наночастиц оксидов, имеющие фундаментальное значение при изучении поведения РЗЭ в системе «почва – растение». Метод масс-спектрометрии с индуктивно связанный плазмой в режиме анализа единичных частиц (МС-ИСП-ЕЧ) был использован для изучения наночастиц Pd и Pt, попадающих

- в городскую пыль из автомобильных катализаторов. Установлено, что доля наночастиц Pt и Pd в московской дорожной пыли составляет всего лишь около 1,6–1,8 %. Содержание водорастворимой фракции Pt и Pd колеблется в пределах 4–10 %. Наибольшее количество Pt и Pd в московской дорожной пыли ассоциировано с фракцией микрочастиц (88–94 %);
3. В 2023 году продолжены эксперименты по реализации метода спектрометрии лазерно-индукционной плазмы для изучения распределения элементного состава образцов. Так, были исследованы различные подходы для количественного анализа неплоских гетерогенных образцов. Продемонстрировано, что место пробоотбора и способ нормировки сигнала оказывают значительное влияние на точность результатов анализа. Также было проведено детальное исследование с целью выявления влияния характера распределения сигнала на чувствительность анализа методом спектрометрии лазерно-индукционной плазмы. Показано влияние функции распределения отличной от гауссовой на значение предела обнаружения. Разработан компактный флуоресцентный лидар для дистанционного зондирования сельскохозяйственных культур. Изучены его возможности для диагностики состояния растений на кукурузном поле. По соотношению полос хлорофилла в спектре флуоресценции можно оперативно определять участки поля, на которых растения испытывают стресс;
 4. В 2023 году разработан компактный 2D пиromетр для картирования температуры ванны расплава в реальном времени в процессе коаксиальной лазерной наплавки. Разработанный пиromетр основан на цветной КМОП-камере и компактном спектрометре;
 5. Проведены работы по созданию комплекса спектральных и масс-спектральных методов

определения целевой химической чистоты редкоземельных металлов и материалов на их основе;

6. Предложены методики ионометрического определения хлора и фтора с твердокристаллическими хлорид- и фторидселективным электродами в нефтегазоносных сточных водах. Правильность разработанных методик подтверждена способом варьирования объема пробы. Методики характеризуются селективностью, экономичностью, компактностью аппаратурного оформления, а также простотой выполнения анализа, что актуально при решении вопросов, связанных с экологическим контролем вредных выбросов хлора и фтора в окружающую водную среду при добыче и переработке нефти и газа;
7. Проведен анализ причин негативного отношения к процессу аудита систем менеджмента. В результате даны предложения по применению доказательного аудита как эффективного инструмента для совершенствования системы управления организацией, основанного на анализе процессов. Проведено исследование организационных структур и межфункционального взаимодействия в различных организациях, в результате чего показана роль персонала в решении задач различного уровня, проведен анализ причин неприятия сотрудниками изменений, предложены пути вовлечения персонала в развитие деятельности организации;
8. Продолжены исследования по применению статистических методов для оценки состояния процессов, качества продукции и принятия управленческих решений на основе анализа контрольных карт Шухарта. Показано, что построение и интерпретация контрольной карты – это системная задача взаимодействия между процессами и людьми, работающими над улучшением этих процессов.

Подготовка специалистов высшей квалификации

На кафедре обучаются 12 аспирантов по специальностям Аналитическая химия и Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

В 2023 году выпускница аспирантуры кафедры Шереметьева Светлана Алексеевна защитила диссертацию на соискание степени кандидата

технических наук на тему «Совершенствование статистического инструментария управления качеством производства и поставок», руководитель В.Л. Шпер, специальность 2.5.22 Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства, докторская совет У2.3.22.01 ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 26.12.2023.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. О.В. Максимова, В.А. Филикина, Ю.В. Сомова. Анализ динамики выбросов черного углерода на территории, прилегающей к Магнитогорско-

му металлургическому комбинату // Черные металлы. – 2023. – № 10 (1102) – С. 98. DOI: 10.17580/chm.2023.10.15;

2. Shatrova, Y.N., Dzhenloda, R.K., Fedyunina, N.N. et al. A Comparative Study of the Dynamic Fractionation of Rare-Earth Elements in Soils Using a Rotating Coiled Column and a Microcolumn // J. Anal. Chem. – 2023. – № 78. – P. 544. <https://doi.org/10.1134/S1061934823050131>;
3. Ermolin, M.S., Shilobreeva, S.N. & Fedotov, P.S. Study of the Chemical Composition of Ash Nanoparticles from the Volcanoes of Kamchatka // Geochem. – 2023. – Int. 61. – P. 348. <https://doi.org/10.1134/S0016702923040043>;
4. Ivaneev, A.I., Brzhezinskiy, A.S., Karandashev, V.K., Ermolin, M.S., Fedotov, P.S. Assessment of sources, environmental, ecological, and health risks of potentially toxic elements in urban dust of Moscow megacity, Russia // Chemosphere. – 2023. – № 321. – 138142. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.138142>;
5. S. Kudryashov, P. Danilov, N. Smirnov, G. Krasin, R. Khmelnitskii, O. Kovalchuk, G. Kriulina, V. Martovitskiy, V. Lednev, P. Sdvizhenskii. «Stealth Scripts»: Ultrashort Pulse Laser Luminescent Microscale Encoding of Bulk Diamonds via Ultrafast Multi-Scale Atomistic Structural Transformations // Nanomaterials. – 2023. – Vol. 13. – № 1. – P. 192. DOI [10.3390/nano13010192](https://doi.org/10.3390/nano13010192);
6. Межевая Л.Ю., Филиппов М.Н., Лямина О.И., Марынина Г.Е., Архипенко А.А., Барановская В.Б. Рентгенофлуоресцентный экспресс-анализ технического tantalа и ниобия: от сырья до продукта // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2023. – № 89(6). – С. 5. <https://doi.org/10.26896/1028-6861-2023-89-6-5-12>;
7. I. V. Muravyeva, G. I. Bebeshko. Ionometric Determination of Chlorine and Fluorine in Oil- and Gas-Bearing Wastewater // Inorganic Materials – 2023. – Vol. 59 – No 14. – P. 41. DOI: [10.1134/S002016852314010](https://doi.org/10.1134/S002016852314010);
8. Shper V, Sheremetyeva S., Smelov V., Khunuzidi E. Shewhart Control Chart: Long-Term Data Analysis Tool with High Development Capacity // International Journal for Quality Research. – 2023 – v. 18 – № 2.
9. Sheremetyeva S., Sitnikova I., Smelov V., Khunuzidi E., Klochkov Y., Gazizulina A. Investigation of the Real Meaning of the Stability Index and Its Empirical Analysis // Processes. – 2023. – 11. – 2958. <https://doi.org/10.3390/pr11102958>;
10. Хунузиди Е.И., Шпер В.Л., Смелов В.Ю. Технология качества: от Г. Тагути до Ю.П. Адлера // Методы менеджмента качества. – 2023. – № 11. – С. 48.

Контактная информация

Филичкина Вера Александровна, заведующая кафедрой

+7 (495) 638-46-60, +7 (495) 955-00-02

filichkina.va@misis.ru

119049, Москва, Ленинский проспект, д. 6, стр. 7, ауд. АВ-301

КАФЕДРА ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ



**Овчинникова Татьяна Игоревна,
заведующий кафедрой,
д-р техн. наук**

Основной задачей кафедры техносферной безопасности является подготовка высококвалифицированных профессиональных специалистов, обладающих соответствующими компетенциями для решения вопросов в области обеспечения безопасности труда и здоровья, промышленной и экологической безопасности на горно-металлургических предприятиях и в других отраслях промышленности.

В 2015 г. кафедра открыла прием в магистратуру по профилю «Безопасность технологических процессов и производств» по направлению 20.04.01. «Техносферная безопасность». В 2018 г. был открыт второй профиль в магистратуре «Инженерная защита окружающей среды». Студенты кафедры техносферной безопасности активно вовлекаются в научно-исследовательскую работу и имеют возможность принимать участие в научно-практических исследованиях, начиная с 1-го курса.

Кафедра имеет две оснащенные современным оборудованием лаборатории по безопасности жизнедеятельности, где студенты имеют возможность проводить измерения и анализ вредных и опасных факторов, как это делают в производственных помещениях.

В 2023 году основным видом работ стали совершенствование учебно-методической, в том числе дистанционной учебной деятельности, публикации учебно-методического материала и научных статей, работа с ведущими металлургическими предприятиями в направлении научной хорасчетной деятельности. Также активно ведется работа по развитию дополнительного профессионального образования.

Успешно завершили учебу согласно учебному плану 2 аспиранта. Идет подготовка диссертаций

для защиты в диссертационном совете. Всего на кафедре обучается 13 аспирантов по трем научным специальностям (2.10.1 Пожарная и промышленная безопасность; 2.10.2 Экологическая безопасность; 2.10.3 Безопасность труда).

В 2023 году открыты экспертные советы по научным специальностям 2.10.1 Пожарная безопасность; 2.10.2 Экологическая безопасность; 2.10.3 Безопасность труда научной группы 2.10 Техносферная безопасность, ведется работа по подготовке 4 диссертационных работ к защите.

Основные научные направления деятельности кафедры

- прогнозирование последствий техногенных чрезвычайных ситуаций;
- управление охраной труда и промышленной безопасностью;
- управление экологической безопасностью;
- пожаровзрывобезопасность технологических процессов и производств;
- надежность технических систем;
- безопасность труда.

Кадровый потенциал подразделения

3 профессора, 8 доцентов, 4 ассистента. Из них: три доктора наук, восемь кандидатов наук.

К учебному процессу привлечены преподаватели профилирующих кафедр университета и других ведущих учебных заведений, а также специалисты различных организаций, работающих в области техносферной безопасности.

На кафедре также имеются эксперт Ростехнадзора, эксперт по аккредитации испытательных лабораторий Росаккредитации, технический эксперт Росаккредитации.

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

Проект «Единая система управления производственной безопасностью. Организация и проведение работ при воздействии климатических и гидрометеорологических факторов. Ограничительные и защитные меры».

В отчете отражены результаты разработки рекомендаций по организации работ в сложных метеорологических условиях для объектов газодобычи.

Проект «Повышение эффективности осаждения золы угольных ТЭЦ на основе применения пульсирующего режима движения воздуха». Разработка теоретических основ, адаптация лабораторной модели для данного исследования. Проведение натурных исследований на лабораторной установке. Планируется защита научного квалификационного доклада и защита диссертации магистра.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Balovtsev S.V., Skopintseva O.V. Science-based technological solutions for aerological risks reducing in operating and designing coal mines. MIAB. Mining Inf. Anal. Bull. 2023; (2): 139–151. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_2_0_139; 2023; 15(1): 27–34. (In Russ.). DOI: 10.21177/1998-4502-2023-15-1-27-34;
2. Kurnosov I.Y. Effect of operational parameters of spraying on dust suppression rate in roadways. MIAB. Mining Inf. Anal. Bull. 2023;(3):150–162. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_3_0_150;
3. Zinovieva O.M., Merkulova A.M., Smirnova N.A., Zholmanov D.K. Methodological approach to risk management improvement in mines on the ground of managerial competence analysis. MIAB. Mining Inf. Anal. Bull. 2023; (4): 168–178. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_4_0_168;
4. Firsova V.M., Pototskiy E.P. Occupational Risk Assessment of Flaw Detectors at a Gas Production Enterprise. Bezopasnost Truda v Promyshlennosti. 2023, no. 2, pp. 82–87. DOI: 10.24000/0409-2961-2023-2-82-87;
5. Kulikova E.Yu., Balovtsev S.V., Skopintseva O.V. Complex estimation of geotechnical risks in mine and underground construction. Sustainable Development of Mountain Territories. 2023; 15(1): 7–16. [In Russ]. DOI: 10.21177/1998-4502-2023-15-1-7-16;
6. Kulikova A.A., Ovchinnikova T.I. A regional criterion for classifying mining regions as territories with the greatest exposure to geoecological changes. Sustainable Development of Mountain Territories.
7. Zinovieva O.M., Kolesnikova L.A., Merkulova A.M., Smirnova N.A. On the issue of assessing the ecological condition of the environment to achieve sustainable development of coal-mining regions of Russia. Sustainable Development of Mountain Territories. 2023; 15(1): 35–43. (In Russ.). DOI: 10.21177/1998-4502-2023-15-1-35-43;
8. Filin A.E., Tertychnaya S.V., Kurnosov I.Yu. & Kolesnikova L.A. Mathematical modeling of mass transfer in colloidal systems. Ugol', 2023, (5), pp. 72–76. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-5-72-76;
9. Kopylov N.P., Fedotkin D.V., Sushkina E.Yu., Novikova V.I. Standardization of Impulse Extinguishing Installations for Delivery of Self Foaming Gas-aerosol Foam. Bezopasnost Truda v Promyshlennosti = Occupational Safety in Industry. 2023. № 7. pp. 16–20. (In Russ.). DOI: 10.24000/0409-2961-2023-7-16-20;
10. Balovtsev S.V., Skopintseva O.V., Kulikova E.Yu. Assessment of heavy hydrocarbons influence on aerological risks in coal mines. Sustainable Development of Mountain Territories. 2023; 15(2): 234–245. (In Russ.). DOI: 10.21177/1998-4502-2023-15-2-234-245.

Количество публикаций: статей более 20, из них 13 – в научных журналах из списка WoS/Scopus.

Сведения о конференциях, семинарах, других мероприятиях с участием сотрудников и обучающихся кафедры в 2023 году

Всероссийская олимпиада по безопасности жизнедеятельности МГТУ им. Г.В. Баумана (призовые места); VII международная интернет-олимпиада «Безопасность жизнедеятельности» Тольяттинский государственный университет (призовые места); VII международная интернет олимпиада «Эколо-

гия» Тольяттинский государственный университет (призовые места), Кейс-чемпионат «Обеспечение устойчивого развития зеленых территорий и экопространств города Москвы» (особый приз членов жюри, г. Москва, НИУ МЭИ), XIII Всероссийская научно-практическая конференция магистров, аспиран-

тов, молодых ученых «Техносферная безопасность в XXI веке» (III место, г. Иркутск), конкурс на грант Президента РФ, Международная специализированная выставка и форум «Безопасность и охрана труда» (г. Москва), Всероссийская неделя охраны труда (г. Сочи), Всероссийский конкурс выпускных

квалификационных работ в области геологии и горного дела, Международный научный симпозиум «Неделя горняка», а также очередные заседания ФУМО «Техносферная безопасность и природообустройство» и др.

В 2023 году кафедра выпустила 11 магистров.

Контактная информация

Овчинникова Татьяна Игоревна, заведующая кафедрой

Телефон: +7 (499) 230-24-00; +7 (499) 230-24-44,

e-mail: ovchinnikova.ti@misis.ru

Филин Александр Эдуардович, зам. зав. кафедры по науке

Телефон: +7 (499) 230-24-28,

e-mail: filin.ae@misis.ru

Меркулова Анна Михайловна, ученый секретарь

Тел.: +7 (499) 230-24-42,

e-mail: anna-merkulova@misis.ru

Тел.: +7 (499) 230-24-44,

e-mail: tsb@misis.ru

г. Москва, Ленинский проспект, д. 6, стр. 7

КАФЕДРА ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И ЗОЛОТА И ЦЕНТР ИНЖИНИРИНГА ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



**Тарасов Вадим Петрович,
заведующий кафедрой,
директор центра, д-р техн. наук.**

Металлургическую промышленность ожидает стремительное развитие как в ближайшем будущем, так и в долгосрочной перспективе. Это обусловлено как сохраняющейся большой потребностью в продукции металлургии, так и продолжающимся научно-техническим прогрессом в мире.

Кафедра Цветных металлов и золота обладает огромным потенциалом по разработке и реализации технологических решений в сфере комплексного извлечения полезных компонентов из первичного и вторичного сырья и созданию экологически чистого и безотходного производства высокомаржинальных продуктов с применением искусственного интеллекта.

Центр имеет большой опыт по внедрению новых технологий и организации производств, в т.ч. управление проектами в области металлоизделия, материаловедения, аналитического контроля, металлургии редких, благородных и цветных металлов.

Компетенции научных сотрудников и инженеров в коллaborации кафедры и центра инжиниринга промышленных технологий (ЦИПТ) позволяют создавать технологии получения новых материалов и металлов с особыми свойствами при использовании самых современных пиро- и гидрометаллургических технологий при переработке первичного сырья – руд и концентратов, разрабатывать сертифицированные методы аналитического контроля.

На базе центра инжиниринга промышленных технологий функционируют, следующие лаборатории:

- Лаборатория по магнитным измерениям;
- Лаборатория химических источников тока;
- Лаборатория экспериментальной электрохимии;
- Лаборатория аналитического контроля.

Основные научные направления деятельности кафедры и центра

- Разработка энерго- и ресурсосберегающих технологий переработки полиметаллических руд и концентратов цветных, редких и благородных металлов;
- Разработка ресурсосберегающих и экологически чистых технологий производства стратегически значимых цветных металлов с применением элементов искусственного интеллекта;
- Вторичная металлургия цветных, редких и благородных металлов;
- Ликвидация техногенных образований и золошлакоотвалов с извлечением полезных компонентов;
- Получение неодима, редкоземельных металлов среднетяжелой группы и магнитных материалов на их основе и т.д.

Кадровый потенциал подразделения

3 профессора, 8 доцентов, 3 старших преподавателей, 1 ассистент, 3 инженерных состава, 2 учебных мастера 1 кат.

55,4 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

1. Компанией ОК РУСАЛ разработана уникальная технология получения «зеленого» алюминия с применением инертного анода, и уже сейчас проводятся испытания на промышленных мощностях. Главной целью технологии является сокращение углеродного следа – менее 0,01 тонны эквивалента CO₂ на тонну алюминия. Применение инертного анода на одном электролизере позволит производить столько же кислорода, как 70 гектаров леса.

Однако, при производстве алюминия по заявленной технологии в конечный продукт характеризуется высоким содержанием железа. Таким образом, возникает необходимость рафинирования производимого алюминия.

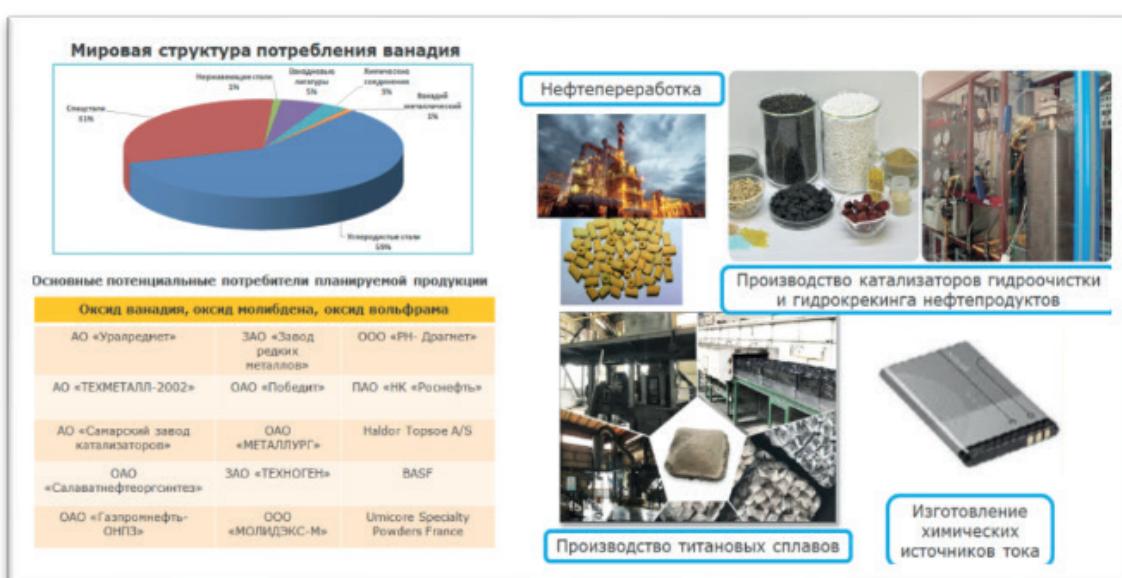
Сотрудниками кафедры цветных металлов и золота НИТУ МИСИС был разработан принципиально новый способ рафинирования алюминия в вертикальном электролизере. Применение такого способа исключает необходимость использования меди в анодном сплаве, что существенно сокращает себестоимость

конечного продукта. За счет градиента температур в ячейке примеси железа концентрируются в виде интерметаллических соединений в анодном пространстве. При этом, чистота получаемого алюминия соответствует марке A95-A995. Необходимо отметить, что разработанный способ рафинирования алюминия может быть применен и при переработке вторичного алюминия. Способ зарегистрирован в Депозитарии ноу-хау НИТУ МИСИС (№ 37-341-2022 ОИС от 27 декабря 2022 г.).



2. В ходе реализации проекта «Создание импортозамещающего производства оксида ванадия высокой чистоты для глубокой переработки углеводородного сырья» разработана научноемкая промышленная технология производства оксида ванадия с содержанием основного вещества – оксида ванадия V₂O₅, не менее 98,0 %, а также ванадиевых лигатур для титановых сплавов.

Разработанная технология позволит создать в Российской Федерации промышленное производство ванадий-fosфорных катализаторов синтеза малеинового ангидрида из попутного нефтяного газа исключительно на основе отечественного сырья для решения задач глубокой переработки углеводородного сырья.



3. «Технология производства порошковых флюсов для магниевых сплавов»

Разработанные флюсы обладают улучшенным рафинирующим эффектом в сравнении с применяемыми составами флюсов и обеспечивают:

- повышение коррозионной стойкости сплавов систем Mg-Al-Zn-Mn и Mg-Zr-P3M;
- минимальные потери легирующих компонентов при приготовлении и рафинировании сплавов;
- содержание неметаллических включений в сплавах не более $0,1 \text{ мм}^2/\text{см}^2$;

4. «Датчики на основе ферромагнитных проводов состава Co-Fe-Cr-Si-B»

Аморфные ферромагнитные микропровода (АФМ) в стеклянной оболочке используются в качестве чувствительных элементов сенсоров в ряде важных технических приложений. На их основе создаются миниатюрные высокочувствительные температурные, стресс-чувствительные и магнитные сенсоры для решения задач геофизики, материаловедения и в области магнитного неразрушающего контроля.

Температурные датчики на основе АФМ (диапазон от -50°C до $+100^\circ\text{C}$ и чувствительность менее

- содержание хлор – иона в сплавах не более 0,005 %.

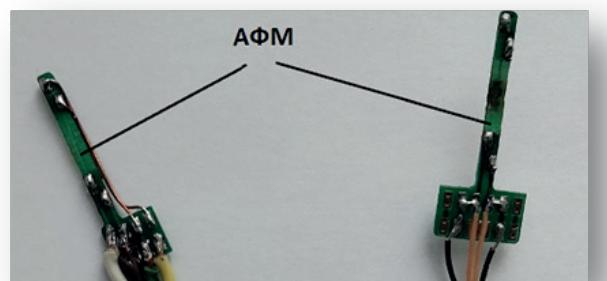
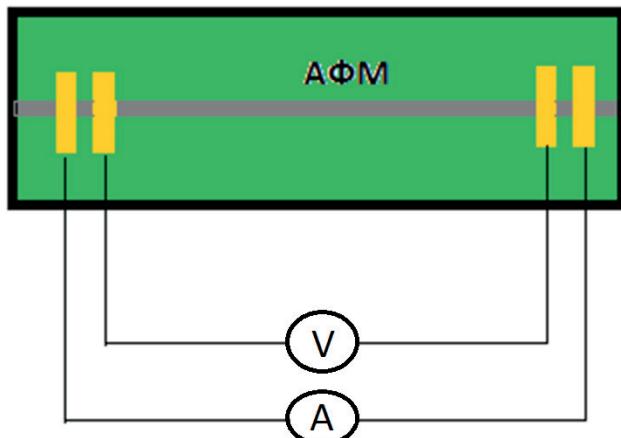
Производимые флюсы поставляются в порошковом виде в герметичной упаковке, предотвращающей увлажнение и обеспечивающей применение их без дополнительных операций по измельчению, добавлению фторидов, смешению и сушке.

Сфера применения: космические аппараты, авиаация, ракетостроение, автомобилестроение.

$0,1^\circ\text{C}$) могут использоваться для контроля температуры композиционных материалов, компенсации температурных дрейфов электронных схем.

Стресс-чувствительные датчики на основе АФМ (диапазон растяжения/сжатия $\pm 1 \text{ мм}$ и чувствительность $\approx 1 \text{ мкм}$) могут применяться для обнаружения растягивающих и скручивающих напряжений в композиционных материалах.

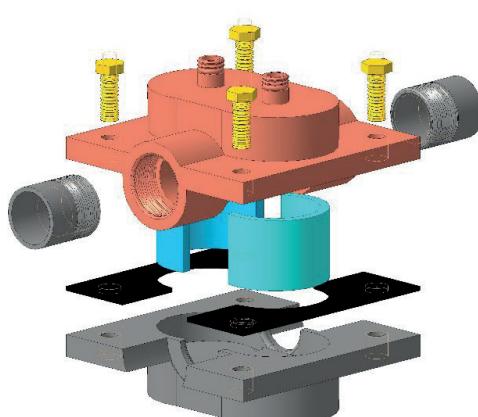
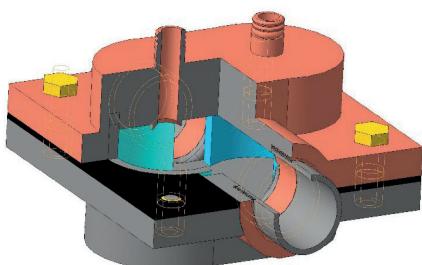
Магнитные датчики на основе АФМ (диапазон магнитных полей $\pm 50 \text{ мкТл}$ и чувствительность $\approx 50 \text{ пТл}$) позволяют измерять вариации магнитного поля Земли, локальные магнитные поля электронных схем и дефектов конструкций.



5. «Интенсификация процесса цианирования упорных золотосодержащих руд»

Разработанная технология извлечения золота из упорных руд, включающая последовательное измельчение руды в щелочной и щелочно-цианосодержащей оборотной воде, предварительно

насыщенной кислородом при гидроакустической обработке, позволяет повысить степень извлечения золота на стадии рудоподготовки в 4 раза.



6. «Биполярный электролизёр для производства магния»

Существенный прогресс в снижении энергетических и эксплуатационных затрат при электролизе хлористого магния может быть достигнут при использовании биполярных электролизеров. Основная проблема, препятствующая разработке конструкции электролизера такого типа, была в создании надежно работающего биполярного электрода.

К преимуществам данной технологии можно отнести:

- применение биполярных электродов, позволяет повысить производительность электролизёра в 3 раза по сравнению с использующимися в настоящее время бездиафрагменными электролизёрами при одинаковой токовой нагрузке, а также снизить удельный расход электроэнергии с 13,5 до 10 кВт*ч/кг Mg;

- герметичность электролизёра снижает потери электролита и хлора, позволяет прекратить откачуку шламоэлектролитной смеси и выборку шлама, прекратить замену анодов;
- проведение процесса электролиза при низкой температуре (650 °C) позволяет снизить потери магния;
- поддержание постоянного уровня электролита с помощью заполняемой аргоном балластной ёмкости для облегчения перетока магния в сборную ячейку и снижения его потерь;
- использование водяного охлаждения для интенсификации электролиза (поднятия нагрузки) без перегрева электролита;
- малое межполюсное расстояние снижающее напряжение на ванне и соответственно удельный расход электроэнергии.



7. «Грануляция магния и его сплавов»

Отличительной особенностью технологического процесса является диспергирование жидкого магния (или магниевых сплавов, получаемых при плавке ломов) и охлаждение гранул в атмосфере воздуха. Это позволяет обеспечить пожаро- и взрывобезопасность технологического процесса и получаемого продукта – гранулированного магния в солевой оболочке.

Готовый продукт представляет собой частицы шаровидной формы диаметром 0,4–1,4 мм, содержащие 93–95 % Mg.

Преимущества гранулированного магния в солевой оболочке:

- сфероидальная форма частиц определенного диаметра (0,4–1,6 мм);
- большая насыпная плотность;
- хорошая текучесть (сыпучесть);
- пожаро- и взрывобезопасность, что позволяет осуществлять пневмотранспорт гранулированного магния на значительные расстояния.

Подготовка специалистов высшей квалификации

В 2023 году подготовлены 3 диссертационные работы к защите аспирантов: Володиной П.А., под руководством доцента, к.т.н. Божко Г.Г., Плотникова И.П. под руководством доцента, к.т.н. Быстро-ва С.В., Данилова Г.Е. под руководством доцента,

к.т.н. Гудошникова С.А., и получили положительное заключение о готовности работ к защите в диссертационном совете. Все диссертации планируются к защите в диссертационном совете НИТУ МИСИС в 2024 г.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Churyukanova, M.; Stepashkin, A.; Sarakueva, A.; Mashera, V.; Grebenschchikov, Y.; Odintsov, V.; Petrov, V.; Gudoshnikov, S. Application of Ferromagnetic Microwires as Temperature Sensors in Measurements of Thermal Conductivity. Metals 2023, 13(1), 109; <https://doi.org/10.3390/met13010109>. (Q1; Impact factor 2.9);
2. Danilov, G.; Grebenschchikov, Y.; Odintsov, V.; Churyukanova, M.; Gudoshnikov, S. Measurements of Stray Magnetic Fields of Fe-Rich Amorphous Microwires Using a Scanning GMI Magnetometer. Metals 2023, 13(4), 800; <https://doi.org/10.3390/met13040800>. (Q1; Impact factor 2.9);
3. Vydysh S.O., Bogatyreva E.V., Galieva Z.N., Semenov A.A. Collective Recovery of Copper and Silver from Secondary Copper Electrolytic Refining Slimes. Part 1 // Metallurgist., 2023, 67(5-6), pp. 677–689;
4. Vydysh S.O., Bogatyreva E.V., Galieva Z.N., Semenov A.A. Collective Recovery of Copper and Silver from Secondary Copper Electrolytic Refining Slimes. Part 2 // Metallurgist, 2023, 67(5-6), pp. 857–871;
5. Sokolov V.A., Kirov S.S., Bogatyreva E.V., Gasparyan M.D. Production of zirconium dioxide from zircon concentrate using environmentally friendly technology // Tsvetnye Metally, 2023, 2023(3), pp. 46–53;
6. Горбачева В.Д., Сельницын Р.С. Извлечение из низкоконцентрированных азотнокислых растворов аффинажа методами цементации и сульфидного осаждения. Технология металлов., 2023, 6, с. 10-15;
7. Горбачева В.Д., Сельницын Р.С. Исследование процесса восстановления серебра при переработке золотосодержащего сырья месторождения Оймяконского района. Технология металлов., 2023, 4, с. 10-15;
8. Гребенщикова Ю.Б., Данилов Г.Е., Тарасов В.П., Гудошников С.А. Определение магнитных характеристик аморфного ферромагнитного микропровода на основе железа с помощью магнитного сканера // XXXV Симпозиум «Современная химическая физика», 18–28 сентября 2023 года, г. Туапсе, Сборник тезисов, стр. 213. (Стендовый);
9. И.В. Козлов, Г.Н. Елманов ,К.Е. Приходько, С.А. Гудошников. Влияние кластеризации на магнитоимпедансные свойства аморфных микропроводов на основе кобальта // 21-я Международная школа-конференция им. Б.А. Калина «Новые материалы (НМ-2023): Перспективные технологии получения материалов и методы их исследования» Москва, 17–19 октября 2023 года, г. Москва;
10. И.В. Козлов, Г.Н. Елманов ,К.Е. Приходько, С.А. Гудошников. Влияние особенностей наноструктуры на магнитные свойства аморфных сплавов на основе кобальта // 21-я Международная школа-конференция им. Б.А. Калина «Новые материалы (НМ-2023): Перспективные технологии получения материалов и методы их исследования» Москва, 17–19 октября 2023 года, г. Москва.

Патенты

1. Гудошников С.А., Данилов Г.Е., Одинцов В.И., Гребенщикова Ю.Б. // Программный комплекс для анализа магнитных полей рассеяния слабомагнитных объектов, программа для ЭВМ, дата регистрации 18.10.2023, Рег № 2023681465; проводов на основе железа, патент на изобретение, дата подачи 18.10.2023, Рег № 2023126661;
2. Гудошников С.А., Данилов Г.Е., Одинцов В.И., Гребенщикова Ю.Б. // Способ определения петель гистерезиса аморфных ферромагнитных микро-
3. Лысенко А.П., Тарасов В.П., Мулык Д.Н. Способ электролитического рафинирования чернового сплава Pb-Sn, свидетельство о регистрации НОУ-ХАУ, зарегистрировано 10.04.2023, Рег. № 08-341-2023.

Контактная информация

Тарасов Вадим Петрович, заведующий кафедрой, д.т.н., профессор
тел.: +7 (903) 726-39-43,
e-mail: vptar@misis.ru

Чукина Евгения Валерьевна, ученый секретарь
тел.: +7 (916) 680-97-96,
e-mail: chukina.ev@misis.ru

Гореликов Евгений Сергеевич, заместитель директора центра
тел.: +7 (495) 955-01-93,
e-mail: gorelikoves@misis.ru

КАФЕДРА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



**Торохов Геннадий Валерьевич,
заведующий кафедрой,
канд. техн. наук**

Кафедра «Энергоэффективных и ресурсосберегающих промышленных технологий» (ЭРПТ) организована в сентябре 2015 года путем слияния двух старейших кафедр НИТУ МИСИС: кафедры Экстракции и рециклинга черных металлов и кафедры Теплофизики и экологии металлургического производства. Каждая из этих кафедр имеет уникальную историю, научные и педагогические традиции, результаты их деятельности широко известны в нашей стране и за рубежом. Ставшая кафедра обладает значительным потенциалом, позволяющим разрабатывать инновационные технологии в металлургии черных металлов, теплотехнике и теплоэнергетике, а также комплексно решать ресурсо-экологические проблемы в области черной металлургии.

Научно-исследовательская деятельность кафедры направлена на изучение теплофизических и физико-химических процессов, происходящих в металлургических агрегатах, разработку инновационных технологий в металлургии, энергетике и химии, решение экологических проблем металлургии и защиты окружающей среды.

Основные научные направления деятельности кафедры

- Термодинамика и кинетика металлургических процессов;
- Экология металлургического производства;
- Особенности экстракции черных металлов из природного и техногенного сырья;
- Металлургические технологии переработки техногенного и вторичного сырья
- Особенности теплообмена излучением, конвекцией и теплопроводностью;
- Механика жидкостей и газов;
- Математическое моделирование теплофизических процессов и численные методы их расчета;
- Методы и устройства для контроля температуры металла, газа и футеровки в различных печах;
- Методы автоматизации печей и систем очистки газов;
- Оценка воздействия промышленного производства на среду обитания.

Кадровый потенциал подразделения

Кадровый состав ППС – 13 человек: 1 профессор; 9 доцентов, 1 старший преподаватель; 1 ассистент.

Учебно-вспомогательный персонал – 8 человек.

На кафедре в настоящее время проходят обучение 35 очных аспирантов.

Договора на выполнение НИР с АО «ТАИФ-НК», ООО «НОРД Инжиниринг» ООО «ГРК «Быстринское».

Руководители: Торохов Г.В., Травянов А.Я.

Подготовка специалистов высшей квалификации

4 аспиранта защитили научно-квалификационные работы.

2759 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Участие в конференциях

- Вторая международная конференция Metallconf-2023, Санкт-Петербург, 17–19 мая;
- Третья международная конференция Metallconf-2023, Сочи, 18–20 октября;
- XXX Международная промышленная выставка «Металл-Экспо 2023», Международная конференция «Диалог металлургов: Актуальные вопросы, особенности и перспективы использования технологий роботизации и искусственного интеллекта в металлургии и тяжелой промышленности» в ЦВК «Экспоцентр», 9 ноября;
- XVII Научно-практическая конференция «История науки и техники. Музейное дело 2023». Политехнический музей, 14–15 декабря 2023 г. Секция «Практическая наука: задачи, отклик, инструменты решения».

Реализовывалась утвержденная в 2021 г. программа по научно-техническому и стратегическому сотрудничеству НИТУ МИСИС с ПАО «НЛМК» на пе-

риод до 2024 года, согласно которой за кафедрой закреплены следующие работы: «Анализ мировых трендов развития доменной плавки на комбинированном дутье», «Разработка технологии переработки цинксодержащих отходов в барботажной печи/вращающейся печи/печи с вращающимся подом», «Минералогические исследования железорудного сырья ПАО «НЛМК», «Разработка технологии вне-доменного рафинирования чугуна для условий ПАО «НЛМК», «Частичная металлизация окатышей/брикетов ПАО «НЛМК». Руководитель всех этих работ – заведующий кафедрой Торохов Г.В.

Доцент Черноусов П.И. был награжден памятными знаками «За вклад в историю науки и техники» (ИИЕТ РАН) и «Памятники науки и техники России» (АМНИТ и Политехнический музей), получил Золотую медаль Международной промышленной выставки «Металл-Экспо 2023» за подготовку монографии «Производство ферросплавов: вчера, сегодня, завтра».

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Albul S. V., Kobelev O. A., Levitskii I. A. Effect of the surface relief of the heat-insulating insert in the blast channel of blast-furnace tuyere on its efficiency // Metallurgist, 67 (2023), 354–361;
2. Аласова А.Д., Левицкий И.А., Шатохин К.С. К исследованию импульсного нагрева металла // Изв. ВУЗов. Черная металлургия, 66(5), 2023, 628–630;
3. Варгин А. В., Левицкий И. А. Эффективный алгоритм численного решения трехмерной задачи теплопроводности // Computational Nanotechnology, T. 10, № 4 (2023), с. 56–62;
4. Golubev O. V., Chernousov P. I., Zapariy V. V. Histoire de la production de ferro-alliages en Russie et en URSS. Création et implantation de cette industrie / Marteau Pilon, XXXV, de Juillet 2023, p. 77–92;
5. Голубев О. В., Черноусов П. И., Демидов А. Ю., Слонов М. В. Обзор современных исследований газификации кокса в условиях доменного процесса с повышенным количеством водорода и особенности определения послереакционной прочности кокса. Часть 1. Термодинамический анализ реакций газификации кокса в присутствии H_2 и H_2O // Кокс и химия, 12, 2023, 2–11;
6. Голубев О. В., Неделин С. В., Торохов Г. В., Травянов А. Я., Черноусов. П. И. Металлургия железа и чугуна: сырьевое и технологическое обеспечение, логистика, прогнозы развития / XVII международный конгресс сталеплавильщиков и производителей ISCON-2023 «От руды до стали». – Магнитогорск. – 2023. – С. 24–34;
7. Ким А. А., Подглазова М. И., Шатохин К. С. Погрешности бесконтактного измерения температуры // Изв. ВУЗов. Черная металлургия, 66(2), 2023, 229–235;
8. Островский Д. Я., Голубев О. В., Черноусов П. И. Производство ферросплавов: вчера, сегодня, завтра. – М.: ООО «АртСервис дизайн», 2023. – 560 с;
9. Polulyakh L. A., Evseev E. G., Savostyanov A. V., Bocherikov R. E. Study of the Behavior of Phosphorus in the production of manganese alloys using ores with a low manganese content // Metallurgist, 67 (2023), 469–475;
10. Shaykhutdinov R. K., Polulyakh L. A. Use of iron ore concentrate processing waste for treatment of copper sulphate liquors // Tsvetnye Metally, 11 (2023), 19–25.

Основные научно-технические показатели

- Количество статей Scopus (разделение по ставкам в случае внутреннего совместительства) на 1 НПР – 0,73;
- Количество статей в журналах с CiteScore больше 3 (разделение по ставкам в случае внутреннего совместительства) – 0,63;
- Суммарный CiteScore в журналах Scopus – 2,64.

Контактная информация

Торохов Геннадий Валерьевич, заведующий кафедрой, канд. техн. наук,
доцент кафедры
тел.: +7 (495) 955-00-94,
e-mail: temp@misis.ru

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР «ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ»



Карпов Борис Владимирович,
директор центра

Научно-производственный центр Обработка металлов давлением (Научно-производственный центр Обработка металлов давлением (НПЦ «ОМД») был создан от 26.01.1994 г. на основе добровольного соглашения между коллективами кафедр ОМД и ПДСС, как структурное подразделение НИТУ МИСИС.

При создании центра перед ним были поставлены задачи: поддержание, укрепление и восстановление материально-технической базы кафедр ОМД и ПДСС, с целью подготовки специалистов высокой квалификации, обеспечения качественного проведения учебно-лабораторного курса, производство и реализацию товарной продукции производственного и научно-технического назначения, оказание научно-технических, посреднических и консалтинговых услуг на коммерческой и договорной основе.

Основные научные направления деятельности центра

1. Проведение опытных работ методом радиально-сдвиговой прокатки различных сплавов на основе никеля, титана, магния и алюминия;
2. Содействие и научно-техническая поддержка подразделений института и сторонних организаций в проведении опытных и научно-исследовательских работ с использованием оборудования из области ОМД находящимся под управлением центра;
3. Обеспечение проведения НИР и КНИР, ознакомительной, производственной практики студентов по запросам кафедр и подразделений института.

9,3 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Кадровый потенциал подразделения

Инженерно-технических работников – 9 чел.

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

1. Ведется разработка и внедрение комплексных технологий производства прутков из титанового сплава ВТ16 диаметром менее 20 мм со вместно АО «ЧМЗ»;
2. Выполнены исследования процесса прошивки заготовок из сплавов на основе меди, никеля и титана на двухвалковом стане МИСИС 130-Д.
3. Разработаны новые режимы прошивки, и оснастка технологического инструмента, позволяющая стабилизировать процесс прошивки на завершающей стадии;
3. Разработана технология прокатки прутков диаметром более 100 мм из титанового сплава СП19 морского назначения.

Контактная информация

Карпов Борис Владимирович, директор центра
тел.: +7 (499) 230-28-58,
e-mail: karpov.bv@misis.ru

II. ИНСТИТУТ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И НАНОТЕХНОЛОГИЙ



**Калошkin Сергей Дмитриевич,
директор института,
д-р физ.-мат. наук, профессор**

Институт новых материалов и нанотехнологий (ИНМиН) занимает ведущие позиции в России по подготовке кадров высшей квалификации в области науки о материалах, а также способах и методах управления их свойствами. Научно-исследовательская работа института ведется по широкому кругу проблем в области материаловедения, физики, физической химии, технологии получения полупроводников и приборов на их основе.

Основные научные направления института охватывают широкий спектр материаловедческих задач, начиная от фундаментальных первопринципных расчетов структуры и энергии образования новых фаз и заканчивая прикладными вопросами создания материалов и приборов для различных видов промышленности, таких как энергетики, электроники, биомедицины, металлургии и др. В соответствии с профилями работы кафедр можно выделить следующие важные для института направления исследований: химические накопители энергии и материалы для их создания; разработка сплавов для биоразлагаемых имплантатов; разработка магнитотвердых материалов и совершенствование технологии их производства; CVD методы создания функциональных покрытий; исследование коллективных свойств квантовой материи; исследования высокотемпературной сверхпроводимости

в купратах и новых сверхпроводниках; оптоэлектронные приборы на основе перовскитных материалов; функциональные аморфные микропровода для сенсорики, смарт-материалов и биомедицины; магнитоэлектрические свойства мультиферроиков, высокочувствительные магнитные сенсоры для медицины; фемтосекундные лазерные методы генерации терагерцового излучения; подготовка производства высококачественного алмазного сырья для изготовления бриллиантов в ювелирной промышленности; полимерные композиты с памятью формы; тугоплавкие и дискретно-армированные композиционные материалы для ракетно-космической техники, порошки, мишени и электроды для инженерии поверхности. Сотрудники кафедр полупроводниковой электроники и физики полупроводников и физического материаловедения ИНМиН являются членами двух коллaborаций ЦЕРН (LHCb и SHiP).

Контактная информация

Калошkin Сергей Дмитриевич, директор института

тел.: +7 (499) 236-03-04, +7 (495) 638-44-22,

e-mail: inmin@misis.ru, misis.inmin@gmail.com

КАФЕДРА МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ



**Оганов Артём Ромаевич,
заведующий кафедрой,
профессор, д-р физ.-мат. наук**

Кафедра проводит научно-исследовательские работы по решению задач как фундаментального, так и прикладного характера в области материаловедения полупроводниковых и диэлектрических материалов, наноматериалов и др.: раскрытие физической сущности явлений, происходящих в материалах при воздействии на них различных факторов; установление зависимости между составом, структурой и свойствами материалов; разработка принципиально новых материалов и материалов с заданными свойствами; исследование материалов и готовых изделий с целью повышения их качества и оптимизации технологического процесса. Кафедра готовит специалистов широкого профиля для научной и производственной работы в области создания и производства различных материалов, используемых в микро- и наноэлектронике, оптоэлектронике, солнечной энергетике, силовой электронике и в устройствах отображения информации, в медицине, а также в области аналитических методов исследования.

Основные научные направления деятельности кафедры

- Материаловедение объемных и тонкопленочных структур;
- Структура, дефектообразование и их влияние на свойства массивных и тонкопленочных материалов электронной техники;
- Аналитические методы исследования состава, структуры и свойств материалов;
- Исследование электрооптических, пьезоэлектрических кристаллов и разработка новых методов исследования;
- Компьютерный дизайн новых материалов;
- Взаимодействие лазерного излучения с твердыми телами, особенности распространения лазерного излучения в конденсированных средах;
- Разработка биосовместимых функциональных материалов и покрытий и технологии их получения;
- Композитные магнитоэлектрические материалы и приборы на их основе;
- Графеновые материалы и композиты на их основе.

Кадровый потенциал подразделения

Доктора наук – 7; кандидаты наук – 16; аспиранты – 22; магистры – 51; магистры, обучающиеся в англоязычной магистратуре – 10; бакалавры – 36.

В состав кафедры входит лаборатория Физики оксидных сегнетоэлектриков – заведующий лабораторией: PhD, кандидат физико-математических наук Киселев Д.А.

В лаборатории Физики оксидных сегнетоэлектриков работают:

16 научных сотрудников, из них 8 кандидата наук; 1 ведущий инженер научного проекта (канд. физ.-

мат. наук); 1 инженер научного проекта; 1 ведущий эксперт научного проекта (д-р физ.-мат. наук); 2 эксперта научного проекта (канд. техн. наук, канд. физ.-мат. наук).

48,5 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

1. РНФ, «Исследование фазовых переходов в углеродных материалах на атомном уровне с помощью современных методов моделирования»;
2. РНФ, «Градиентные композитные магнитоэлектрические материалы для сверхчувствительных датчиков неоднородных магнитных полей»;
3. РНФ, «Гибридные материалы с мемристивными свойствами на основе сегнетоэлектриков и кремний-углеродных плёнок»;
4. РНФ, «Химически индуцированный фазовый переход в низкоразмерных структурах»;
5. МИСИС-Приоритет 2030, К6-2022-041, Создание лаборатории под руководством молодых ученых;
6. Государственное задание «Новые магнитоэлектрические композитные материалы на основе оксидных сегнетоэлектриков с упорядоченной доменной структурой: получение и свойства».

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

1. Изучены перспективные наноструктуры для приложений электроники и оптики. Получено локальное алмазообразование биграфена на подложке лангасита под фокусированным электронным лучом. Характеристики напряжения-тока биграфена до и после переключения напряжения, вызванного электронным лучом, показали значительное повышение сопротивления при формированииnanoалмазной структуры. Результаты этого исследования позволяют говорить о возможности контроля проводящих свойств графена для разработки новых устройств памяти на основе мемристоров.
2. Изучен чувствительный к поляризованному свету фотодетектор с высокой эффективностью и сверхбыстрой скоростью отклика на основе гибридной размерной ван-дер-ваальсовой гетероструктуры $\text{MoS}_2/\text{Ta}_2\text{Pd}_3\text{Se}_8$. Согласно теоретическому анализу, при контакте MoS_2 и $\text{Ta}_2\text{Pd}_3\text{Se}_8$ образуется выравнивание зон типа I. Эта работа показала перспективы применения гибридных ван-дер-ваальсовых гетероструктур в качестве основы для высокоэффективных фотоприемников с расширенным функционалом.
3. Обнаружен и исследован эффект генерации одиночного ультракороткого импульса антистоксова излучения в режиме синхронизации мод резонатора ИАГ:Nd-лазера при внутрirezонаторном синхронно-накачиваемом комбинационно-параметрическом преобразовании частоты лазерного излучения в кристалле CaMoO_4 .
4. Отработаны технологические параметры изготовления структур на композитах типа «кремний-углеродная пленка (КУП) на кристалле с заряженной доменной стенкой (ЗДС)». Изготовленные композитные структуры типа «кремний-углеродная пленка на кристалле с ЗДС» были исследованы методами атомно-силовой микроскопии. Отработана методика сканирования композитных структур при помощи атомно-силового микроскопа. Определена температурная стабильность композитных структур типа «кремний-углеродная пленка на кристалле с ЗДС». Исследовано влияние материала электродов на мемристивные свойства композитных структур типа «кремний-углеродная пленка на кристалле с ЗДС» в слабых (плоские электроды) и сильных (электрод нанесён на зонд СЗМ) электрических полях.
5. Экспериментальное исследование кристаллической структуры и сегнетоэлектрических свойств <110> текстурированных пленок цирконата-титаната свинца при тонком варьировании их состава (при изменении элементного соотношения атомов циркония и титана в пределах 1,5 %) в области морфотропной фазовой границы выявило скачкообразные изменения параметра псевдокубической решетки, диэлектрической поляризации и остаточной поляризации. Предполагается, что наблюдаемые аномалии отвечают морфотропному переходу от ромбоздрической к смеси тетрагональной и моноклинной фаз.
6. С использованием рентгенодифракционного анализа, сканирующей зондовой микроскопии и анализа вольт-фарадных характеристик исследованы фазовый состав, наноструктура и свойства тонких пленок мультиферроика $\text{Ba}_2\text{NdFeNb}_4\text{O}_{15}/\text{Si}(001)$. Для их роста использовался метод ВЧ-катодного распыления в атмосфере кислорода. Установлено, что полученные пленки $\text{Ba}_2\text{NdFeNb}_4\text{O}_{15}$ являются однофазными, беспримесными, поликристаллическими текстурированными (с-ориентированными), а деформация элементарной ячейки вдоль полярного направления, приводящая к наличию сегнетоэлектрических свойств при комнатной температуре, составляет 0,8 %. Показано, что шероховатость поверхности пленок 15 нм, латеральный размер кристаллитов 134 нм, относительная диэлектрическая проницаемость в интервале температур от минус -190 до 150 °C составляет 95–130. Полученные результаты целесообразно учитывать при синтезе, исследо-

вании и разработке функциональных элементов на основе беспримесных наноразмерных пленок мультиферроика BNFO, в которых фазовое

превращение из сегнетоэлектрической в пара-электрическую фазу происходит в окрестности комнатных температур.

Подготовка специалистов высшей квалификации

- Лаврентьев Михаил Геннадьевич – «Принципы формирования анизотропной структуры термоэлектрических материалов на основе халькогенидов висмута и сурьмы для оптимизации их функциональных характеристик». Дата защиты: 20.02.2023 г. Специальность: 1.3.11 – Физика полупроводников. (Научный руководитель – Табачкова Н.Ю.);
 - Кислюк Александр Михайлович – «Электрофизические свойства заряженных доменных
- стенок в восстановленном ниобате лития». Дата защиты: 29.09.2023 г. Специальность: 1.3.8 – Физика конденсированного состояния. (Научный руководитель – Малинкович М.Д.);
- Ильина Татьяна Сергеевна – «Состав, структура и сегнетоэлектрические свойства керамик на основе KNN». Дата защиты: 18.12.2023 г. Специальность: 1.3.8 – Физика конденсированного состояния. (Научный руководитель – Киселев Д.А.).

Премии и награды за научно-инновационные достижения

Кислюк А.М., Кубасов И.В., Турутин А.В. – победители Конкурса на соискание премии Правительства Москвы молодым ученым в 2023 году.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. R. H. Bagramov, V. P. Filonenko, I. P. Zibrov, E. A. Skryleva, B. A. Kulnitskiy, V. D. Blank and V. N. Khabashesku, Magnetic Nanoparticles with Fe-N and Fe-C Cores and Carbon Shells Synthesized at High Pressures // Materials 16(22) (2023) 7063, <https://doi.org/10.3390/ma16227063>;
2. S. V. Dubkov, D. V. Novikov, H. V. Bandarenka, A. A. Burko, A. Y. Trifonov, L. S. Volkova, P. A. Edelbekova, E. A. Lebedev, E. A. Skryleva, D. G. Gromov, Express formation and characterization of SERS-active substrate from a non-degradable Ag-Nb-N-O film // Applied Surface Science 645,(2024) 158682, <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2023.158682>;
3. A. Iliasov, V. Starkov, E. Gosteva. Influence of Micro- and Nanoporous Silicon Layers with Different Depth and Pore Morphology on Contact Angle, Adhesion and Viability of Cells // Silicon 15, (2023) 3877–3881. <https://doi.org/10.1007/s12633-023-02300-1>;
4. A. Y. Polyakov, A. A. Vasilev, I. V. Shchemerov, A. V. Chernykh, I. V. Shetinin, E. V. Zhevnerov, A. I. Kochkova, P. B. Lagov, A. V. Miakonkikh, Y. S. Pavlov, U. A. Kobets, I.-H. Lee, A. Kuznetsov, S. J. Pearton. Conducting surface layers formed by hydrogenation of O-implanted β -Ga2O3 // J. Alloys Compd. 945 (2023) 169258. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2023.169258>;
5. V. V. Kochervinskii, M. A. Gradova, O. V. Gradov, A. I. Sergeev, A. V. Lobanov, E. L. Buryanskaya, T. S. Ilina, D. A. Kiselev, I. A. Malyshkina, G. A. Kirakosyan. Optical and Electrophysical Properties of Vinylidene Fluoride/ Hexafluoropropylene Ferroelectric Copolymer Films: Effect of Doping with Porphyrin Derivatives // Nanomaterials 13 (2023) 564. <https://doi.org/10.3390/nano13030564>;
6. D. P. Tereshchenko, S. N. Smetanin, A. G. Papashvili, Y. A. Kochukov, A. I. Titov, E. V. Shashkov, M. D. Lapina, V. E. Shukshin, K. A. Subbotin, D. A. Lis, Self-Separation of a Single Ultrashort Light Pulse in the Parametric Raman Anti-Stokes Laser Based on a CaMoO4 Crystal under Intracavity Synchronous Pumping // Crystals 13 (2023) 636. <https://doi.org/10.3390/cryst13040636>;
7. D. Roshchupkin, R. Fakhrtdinov, B. Redkin, V. Karandashev, V. Khvostikov, A. Mololkin, O. Simirko, A. Zabelin, Growth of ferroelectric lithium niobate-tantalate LiNb(1-x)TaO3 crystals // J. Cryst. Growth. 621 (2023) 127377, <https://doi.org/10.1016/j.jcrysgro.2023.127377>;
8. F. Khorobrykh, S. Klimin, B. Kulnitskiy, F. N. Jalolov, A. Kvashnin, A. Eliseev, A. Kirichenko, V. Prenas, V. Denisov, N. Mel'nik, P. Sorokin, M. Popov. Cluster structure of ultrahard fullerite revealed by Raman spectroscopy // Carbon N. Y. 214 (2023) 118314. <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2023.118314>;

9. S. V. Erohin, P. B. Sorokin, R. S. Ruoff. Fluorination of Single-Wall Carbon Nanotubes: Toward «Diamond Nanoribbons» // J. Phys. Chem. C. 128 (2024) 549–555. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.3c06614>;
10. L. Y. Antipina, K. Y. Kotyakova, P. B. Sorokin. Theoretical Analysis of Riboflavin Adsorption on Hexagonal Boron Nitride for Drug Delivery Applications: Unveiling the Influence of Point Defects, Int. J. Mol. Sci. 24 (2023) 11648. <https://doi.org/10.3390/ijms241411648>.

Основные научно-технические показатели

- Публикации в российских научных журналах из списка ВАК; в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus: 68;
- Объекты интеллектуальной собственности: 1 – патент; 3 – ноу-хай;
- Конференции, в которых принимали участие сотрудники подразделения – 10;
- Чтение онлайн курса «Современные ядерные технологии» для студентов Chinhoyi University of Technology (Зимбабве) – проф. д.т.н. А.А. Полосан.

Контактная информация

**Оганов Артём Ромаевич, заведующий кафедрой, д-р физ.-мат. наук, проф.
тел.: +7 (495) 638-44-45; факс: +7(499) 236-05-12;
e-mail: oganov.ar@misis.ru**

КАФЕДРА МЕТАЛЛОВЕДЕНИЯ И ФИЗИКИ ПРОЧНОСТИ



**Никулин Сергей Анатольевич,
заведующий кафедрой,
д-р техн. наук, профессор,
академик РАЕН**

Отличительной особенностью кафедры является широта охвата проблем – от исследования структурных механизмов прочности и разработки новых материалов и технологий их производства, до создания интеллектуальных приборов и новейших методов исследования.

За многие десятилетия активной научной и образовательной деятельности на кафедре создана признанная научная школа конструирования материалов с высокой прочностью и сопротивлением разрушению на основе управления их металлургическим качеством и структурой.

Основные научные направления деятельности кафедры

- физика деформации и разрушения материалов;
- моделирование процессов деформации, разрушения и структурообразования в материалах;
- структурные и металлургические факторы качества материалов;
- создание и исследование высокопрочных материалов (сталей, сплавов и композитов) с заданным комплексом свойств для атомной энергетики, транспорта, строительства, нефтегазовой отрасли, авиации, космонавтики и других областей;
- создание новых материалов для медицинских имплантатов с улучшенными механическими свойствами и биосовместимостью;
- информационные технологии управления качеством металлопродукции;
- объемные наноматериалы и методы их получения;
- компьютеризированные средства и методы наблюдения и анализа структур и изломов;
- акусто-эмиссионные методы и технологии мониторинга разрушения материалов и конструкций;
- технологии термической обработки металлов;
- экспертиза материалов и технологий.

Кадровый потенциал кафедры подразделения

Докторов наук – 4 чел., кандидатов наук – 12 чел., аспирантов – 16 чел., инженерно-технических работников – 4 чел.

3,6 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

1. Договор с АО «Уральская Сталь» на тему «Исследование влияния термической обработки и термомеханической прокатки на структуру и механические свойства листового проката из стали марки 10ХСНД»;
2. Договор с НИЦ «Курчатовский институт» «Анализ результатов исследования основного металла и сварных швов сталей 22К и 09Г2С, использующихся для изготовления конструкции УЛР, в температурном интервале от 23 до 1000–1200 °C».

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

1. Проведено комплексное исследование структуры и механических свойств (статического растяжения, трещиностойкости, ударной вязкости и циклической прочности) ряда низкоуглеродистых сталей при экстремальных температурно-силовых воздействиях, имитирующие условия тяжелой запроектной аварии на атомной электростанции. Подтверждена перспективность стали типа 15ХМ, как конструкционного материала для изготовления корпуса устройства локализации расплава, обеспечивающий безопасную и надежную работу Российских атомных реакторов нового поколения.
2. Впервые показано, что обработка сплавов системы Al–Ca–Fe–Mn кручением под высоким давлением приводит к последовательному измельчению эвтектических частиц до nanoуровня с последующей трансформацией большинства из них в сегрегации кальция (нанокластеры), что обеспечивает 6-ти кратное повышение прочности сплава (до 800 МПа) и сохранение высокой пластичности (5–10 %).
3. На основе ретроспективного анализа репрезентативных выборок данных производственного контроля процессов получения металлопродукции широкого сортамента (в рамках штатных технологий), выявлено разнообразие видов распределений значений параметров состава и технологии (при существенной вариации их коэффициентов асимметрии и эксцесса, включая наличие распределений с двумя максимумами). Это, наряду с нормативным ограничением колебаний значений управляющих па-раметров в пределах поля допуска технологии, отсутствием единого пространства параметров технологии затрудняет возможности регрессии при прогнозе качества металлопродукции. Различие в статистической природе анализируемых объектов, многообразие сценариев технологической наследственности в рамках штатной технологии во многом объясняет отсутствие эффективных результатов при применении принципа управления «по возмущению» при производстве материалов, процедур Big Data для сквозного управления качеством металла
4. В рамках цикла работ, связанных с цифровизацией измерений структур и изломов, продолжено развитие научных основ их метрологического обеспечения. Разработанные алгоритмы получения и обработки цифровых изображений структур и изломов были, в частности, использованы для выявления критических параметров неметаллических включений, лимитирующих коррозионную стойкость сталей нефтяного сортамента.
5. Продолжены работы по совершенствованию методики определения критериев нелинейной механики разрушения на основе оценки кинетики распространения трещины по измерениям акустической эмиссии, количественного фрактографического анализа. Показана возможность построения карты распределения значений трещиностойкости по сечению образца с привязкой к структуре.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Sundeev R. V., Shalimova A. V., Rogachev S. O., Chernogorova O. P., Glezer A. M., Ovcharov A. V., Karateev I. A. Role of structural changes in the composite consolidation from dissimilar layers upon high-pressure torsion // Materials Letters. 331 (2023) 133513. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2022.133513>;
2. S. A. Nikulin, S. O. Rogachev, V. A. Belov, D. Yu. Ozherelkov, N. V. Shplis, L. V. Fedorenko, A. V. Molyarov, K. A. Konovalova. Fracture toughness of 22K-type low-carbon steel after extreme thermal exposure // Journal of Materials Engineering and Performance. 32 (2023) 8561–8573. <https://doi.org/10.1007/s11665-022-07746-9>;
3. Stanislav O. Rogachev, Viacheslav E. Bazhenov, Alexander A. Komissarov, Anna V. Li, Denis V. Ten, Viacheslav V. Yushchuk, Alexey Yu. Drobyshev, Kwang Seon Shin. Effect of hot rolling on structure and mechanical properties of Mg – Y – Zn – Mn alloys // Metals. 13 (2023) 223. <https://doi.org/10.3390/met13020223>;
4. М. Ю. Беломытцев. Особенности формирования зерна аустенита в улучшаемых сталях типа 45 при нагреве в аустенитной области // Материаловедение. 1 (2023) 16–20. <https://doi.org/10.31044/1684-579X-2023-0-1-16-20>;
5. S. O. Rogachev, E. A. Naumova, N. Yu. Tabachkova, D. V. Ten, R. V. Sundeev, M. Yu. Zadorozhnyi. The Effect of High-Pressure Torsion on the Structure and Mechanical Properties of the Al – Ca – Cu Alloy // Physics of Metals and Metallography. 124 (2023) 632–638. <https://doi.org/10.1134/S0031918X23600835>;
6. S. O. Rogachev, A. V. Zavodov, E. A. Naumova, T. V. Chernenok, E. A. Lukina, M. Yu. Zadorozhnyy.

- Improvement of strength – ductility balance of Al–Ca–Mn–Fe alloy by severe plastic deformation // Materials Letters. 349 (2023) 134797. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2023.134797>;
7. С. А. Никулин, С. О. Рогачев, В. А. Белов, Н. В. Шплис, А. А. Комиссаров, В. Ю. Турилина, Ю. А. Николаев. Структура и свойства сталей для конструкции устройства локализации расплава атомных реакторов // Известия высших учебных заведений. Черная Металлургия. 66 (2023) 356–366. <https://doi.org/10.17073/0368-0797-2023-3-356-366>;
 8. С.О. Рогачев. К управлению деформационным упрочнением и пластичностью металлических материалов в широком диапазоне температур //
 9. Андреев В. А., Рогачев С. О., Романцев Б. А., Скрипченко М. М., Юсупов В. С. Влияние винтовой прокатки на структуру и механические свойства титановых сплавов // Деформация и разрушение материалов. 11 (2023) 22–32. <https://doi.org/10.31044/1814-4632-2023-11-22-32>;
 10. S. A. Nikulin, S. O. Rogachev, D. V. Prosvirnin, S. V. Pivovarchik, V. A. Belov, N. V. Shplis, M. Yu. Zadorozhnyy, V. M. Khatkevich. Influence of Overheating on High-Cycle Fatigue Characteristics of the Base Metal and Weld Metal of Low-Carbon Steel Welded Joints// Metals. 13 (2023) 1707. <https://doi.org/10.3390/met13101707>.

Основные научно-технические показатели

- публикаций в российских научных журналах из списка ВАК – 22;
- в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 30;
- конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения – 18;

- защищенных кандидатских диссертаций – 1.

Кафедра МиФП при поддержке РАН и РАЕН раз в два года проводит Евразийскую научно-практическую конференцию «Прочность неоднородных структур» (ПРОСТ). Очередная XI-я конференция «ПРОСТ-2023» проведена в апреле 2023 г.

Защищенные кандидатские диссертации

Ли Анна Владимировна, тема «Структура, механические и коррозионные свойства биорезорбируемых

магниевых сплавов систем Mg-Zn-Ga и Mg-Zn-Ca-Mn медицинского назначения», дисс ... к.т.н.

Контактная информация

Никулин Сергей Анатольевич, заведующий кафедрой, д-р техн. наук, проф.
Тел.: +7(495) 955-00-91,
e-mail: nikulin@misis.ru,
сайт: www.mifp.misis.ru

КАФЕДРА ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ



**Диденко Сергей Иванович,
заведующий кафедрой,
канд. физ.-мат. наук**

Цель кафедры

- Подготовка выпускников к научно-исследовательской деятельности в области разработки и производства компонентов и материалов для электронной аппаратуры, таких как СВЧ-компоненты и материалы; оптоэлектронные компоненты и материалы; силовые компоненты и материалы; радиационно-стойкие компоненты и материалы;
- Организация и проведение фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований и разработок по профилю кафедры;
- Удовлетворение потребности общества и государства в научно-педагогических кадрах высшей квалификации.

Основные научные направления деятельности кафедры

- радиационно-стойкие фотоприемники для калориметрических детекторов эксперимента LHCb, ЦЕРН;
- технология и анализ приборных структур на основе широкозонных соединений;
- источники питания на основе преобразования ядерной энергии;
- детекторы ядерных частиц на основе высоко-чистых эпитаксиальных слоев алмаза;
- матричные детекторы ядерных частиц на основе кремния;
- оптоэлектронные приборы на основе перовскитных материалов;
- радиационная отраковка и исследование радиационной стойкости полупроводниковых структур.

Кадровый потенциал подразделения

4 профессора, 10 доцентов, 4 старших преподавателя, 1 ассистент, 9 сотрудников инженерно-технического состава, в том числе 4 доктора наук, 13 кандидатов наук.

В 2023 году выпускниками кафедры были защищены 29 выпускных квалификационных работ бакалавров, 13 магистерских диссертаций.

Выполнены 2 проекта РНФ (75 млн. руб.), 2 х/д (11,5 млн. руб.) на общую сумму 19 млн. рублей. Совместно с лабораторией перспективной солнечной энергетики проводились работы по разработке

и созданию перовскитных оптоэлектронных приборов в рамках программы Приоритет 2030 (17,4 млн. руб.) и х/д (5 млн. руб.). На базе кафедры в рамках 220 Постановления Правительства РФ (40 млн. руб.) продолжено развитие лаборатории «Ультраширокозонных полупроводников». Совместно с Центром синтеза монокристалла алмаза методом плазмохимического осаждения CVD выполнен договор (11,5 млн. руб.) с ФИОП по разработке программы ДПО «Математическое моделирование MPECVD процессов для синтеза алмазных материалов».

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

- Договор № 203/3593-Д-дсп с АО «НИИП» на тему «Исследование тестовых образцов чувствительной матрицы и МИС, полнофункциональных полноразмерных образцов монолитного матричного чувствительного элемента» (объем финансирования 10 млн. руб., руководитель доц. Леготин С.А.);

34,9 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

2. Проект РНФ № 19-19-00409п «Исследование электрически активных точечных и протяженных дефектов в новом широкозонном полупро-

воднике α - и β - Ga_2O_3 , гетероструктурах и мембранах на их основе» (объем финансирования 6,0 млн. руб., руководитель проф. Поляков А.Я.).

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

- Предложен механизм аномально высокой фоточувствительности в диодах Шоттки и фотосопротивлениях на основе плёнок β - Ga_2O_3 , α - Ga_2O_3 , κ - Ga_2O_3 ;
- Изучены структурные и электрические свойства плёнок κ - Ga_2O_3 выращенных методом HVPE с использованием техники эпитаксиального латерального заращивания (ELOG);
- Изготовлен макет солнечной батареи на основе перовскитных фотомодулей площадью 1600 см²;
- Разработаны и изготовлены выпрямляющие p-i-n диоды и контакты Шоттки на монокристаллах MAPbBr₃ с уровнем токов утечки порядка 100 нА.

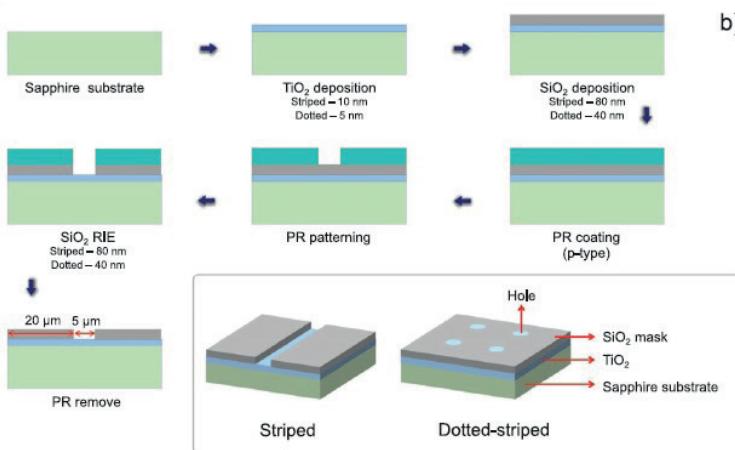


Схема латерального заращивания пленок κ - Ga_2O_3 при росте на (0001) сапфире с подслоем TiO_2 с точечной или полосковой маской SiO_2

Макет солнечной батареи на основе перовскитных фотомодулей площадью 1600 см²

Подготовка специалистов высшей квалификации

В 2023 году на кафедре обучалось 20 аспирантов. Выпускники аспирантуры Ермолова И.О. (Модификация поверхности NiO_x тонких пленок и многоступенчатая кристаллизация фотоактивных слоев для высокоеффективных p-i-n перовскитных

солнечных элементов) и Кочкива А.И. (Исследование электрических характеристик и спектров глубоких центров в кристаллах и эпитаксиальных пленках β - Ga_2O_3) защитили в 2023 году свои кандидатские диссертации.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

- Georgy Ermolaev, Anatoly P. Pushkarev, Alexey Zhizhchenko, Aleksandr A. Kuchmizhak, Ivan Iorsh, Ivan Kruglov, Arslan Mazitov, Arthur Ishteev, Kamilla Konstantinova, Danila Saranin, Aleksandr Slavich, Dusan Stosic, Elena S. Zhukova, Gleb Tselikov, Aldo Di Carlo, Aleksey Arsenin, Kostya S. Novoselov, Sergey V. Makarov, and Valentyn S. Volkov – Giant and Tunable Excitonic Optical Anisotropy in Single-Crystal Halide Perovskite//*Nano Letters*, 23, 7, 2570–2577, March 15, 2023, 10.1021/acs.nanolett.2c04792»;
- Pavel Gostishchev, Danila Saranin, Lev Luchnikov, Dmitry Muratov, Artur Ishteev, Marina Voronova, Dmitry Gets, Efim Argunov, Thai Son Le, Sergey Didenko, Aldo Di Carlo – Cl-Anion Engineering for Halide Perovskite Solar Cells and Modules with Enhanced Photostability//*Solar RRL*, Volume 7, Issue 4, February 2023, 2200941, 10.1002/solr.202200941;
- A. Y. Polyakov, A. A. Vasilev, I. V. Shchemerov, A. V. Chernykh, I. V. Shetinin, E. V. Zhevnerov, A. I. Kochkova, P. B. Lagov, A. V. Miakonikh, Yu. S. Pavlov, U. A. Kobets, In-Hwan Lee, A. Kuznetsov, S. J. Pearton – Conducting surface layers formed by hydrogenation of O-implanted β - Ga_2O_3 //*Journal of Alloys and Compounds*,

- Volume 945, 5 June 2023, 169258, 10.1016/j.jallcom.2023.169258;
4. Alexander Y Polyakov, VI Nikolaev, AI Pechnikov, EB Yakimov, S Yu Karpov, SI Stepanov, IV Shchemerov, AA Vasilev, AV Chernykh, A Kuznetsov, In-Hwan Lee, SJ Pearson – Two-dimensional hole gas formation at the κ -Ga₂O₃ / AlN heterojunction interface // Journal of Alloys and Compounds, Volume 936, 5 March 2023, 168315, 10.1016/j.jallcom.2022.168315;
 5. Eugene B Yakimov, Alexander Y Polyakov, Vladimir I Nikolaev, Alexei I Pechnikov, Mikhail P Scheglov, Eugene E Yakimov, Stephen J Pearson – Electrical and Recombination Properties of Polar Orthorhombic κ -Ga₂O₃ Films Prepared by Halide Vapor Phase Epitaxy // Nanomaterials, 2023, 13(7), 1214, 10.3390/nano13071214;
 6. A Y Polyakov, V I Nikolaev, A I Pechnikov, P B Lagov, I V Shchemerov, A A Vasilev, A V Chernykh, A I Kochkova, L Guzilova, Yu S Pavlov, T V Kulevoy, A S Doroshkevich, R Sh Isaev, A V Panichkin and S J Pearson – Carrier Removal Rates in 11 MeV Proton Irradiated α -Ga₂O₃ (Sn) // Journal of Physics D: Applied Physics, 56 (2023) 305103 (10pp), 10.1088/1361-6463/acd06b;
 7. LHCb collaboration, Didenko S., Legotin S., Saranin D., Shchemerov, I – Measurement of the Time-Integrated CP Asymmetry in D 0 → K- K+ Decays // Physical Review Letters, 131, 091802 (2023) DOI: 10.1103/PhysRevLett.131.091802;
 8. LHCb collaboration, Didenko S., Legotin S., Saranin D., Shchemerov, I – Measurement of CP asymmetries and branching fraction ratios of B- decays to two charm mesons // Journal of High Energy Physics, Volume 2023, article number 202, (2023);
 9. LHCb collaboration, Didenko S., Legotin S., Saranin D., Shchemerov, I – Observation and branching fraction measurement of the decay $\Xi^- b \rightarrow \Lambda^- b$ // Physical Review D, 108, 072002 (2023);
 10. LHCb collaboration, Didenko S., Legotin S., Saranin D., Shchemerov, I – Search for the doubly heavy baryon $\Xi^+ bc$ decaying to $J/\psi \Xi^+ c$ // Chinese Physics C, 2023, 47, 093001 (2023) DOI: 10.1088/1674-1137/ace9c8.

Основные научно-технические показатели

- Количество публикаций: статей, индексируемых в базе данных Web of Science/Scopus – 88, из них 1 и 2 квартеля – 73;
- Количество зарегистрированных объектов интеллектуальной собственности – 5;
- Количество международных конференций, в которых приняли участие сотрудники кафедры – 9.

На базе кафедры организовано студенческое объединение «Клуб разработчиков радиоэлектроники»,

председатель – студент третьего курса Хейфец Сергей Сергеевич. Команда студентов кафедры, состоящая в этом объединении (Хейфец С.С., Хрущев А.С., Маненкова А.П.) заняла третье место в студенческом конкурсе авиационного творчества СКАТ «Свободный полет» с разработкой отечественного полетного контроллера для БПЛА; 1 место на всероссийской олимпиаде в рамках международной выставки «Экспоэлектроника 2023», получили диплом 1 степени в конкурсе инженерных и предпринимательских проектов «Формируем будущее».

Основные достижения обучающихся кафедры

- Обучающиеся кафедры Матрос Николай и Грень Даниил стали победителем конкурса УМНИК;
- Студенты Ильичева Екатерина Александровна, Морозов Андрей Павлович и аспирант Васильев Антон Андреевич выиграли стипендию Президента РФ обучающимся по приоритетным направлениям, а студентка Константинова Евгения Константиновна выиграла стипендию Правительства РФ;
- Студент магистратуры Морозов Андрей Павлович и студент бакалавриата Хейфец Сергей Сергеевич выиграли в конкурсе МОН совместно с Фондом содействия инновациям «Студенческий стартап»;
- Аспирант кафедры Васильев Антон Андреевич стал победителем стипендии имени К.А. Валиева.

Контактная информация

Диденко Сергей Иванович, канд. физ.-мат. наук, доцент

Тел.: +7(499) 237-21-29,

e-mail: didenko@misis.ru

КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ И КВАНТОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



**Мухин Сергей Иванович,
заведующий кафедрой,
д-р физ.-мат. наук**

Управление отдельными квантами и искусственные нейросети находятся в фокусе современных научных исследований и методов обработки информации в таких областях как квантовая химия, разработка новых материалов, биомедицина, передача данных на расстояние, управление сложными системами. Именно на этом междисциплинарном стыке проводились научные исследования сотрудниками кафедры ТФКТ в 2023 году. Основными направлениями проводимых в 2023 году исследований и тематическими областями новых результатов и публикаций сотрудников кафедры ТФКТ явились следующие:

- Экспериментальная верификация теории Q-шарового механизма высокотемпературной сверхпроводимости в купратах и новых сверхпроводниках путем сравнения с данными микрорентгеновской дифракции;
- Макроскопическая динамика сверхизлучательного фотонного конденсата в микроволновом резонаторе в состоянии «связанной светимости»;
- Характеризация квантовой неопределенности состояния при квантовом распределении ключа в криптографических линиях связи;

- Теория управления квантовыми системами: реализация квантовых алгоритмов на примере управления энергией взаимодействующего с окружением квантового осциллятора;
- Структура энергетического спектра мультиэкитонов в квантовых проволоках с продольным удерживающим потенциалом;
- Создание цифровых двойников процессов плавки в электродуговой печи для решения технологических задач получения полуфабриката с требуемыми характеристиками качества;
- Переход первого рода между состояниями волн зарядовой / спиновой плотности и сверхпроводимости как причина их сосуществования в органических слоистых металлах;
- Ab initio вычисления термодинамических, упругих, механических свойств разбавленных алюминиевых сплавов и бинарных сплавов с цирконием с ОЦК решеткой;
- Теоретическое моделирование клеточной агрегации рекомбинантного белка вируса гриппа путем изменения структуры и гидратации мембранны для её порирования.

Кафедра ТФКТ сотрудничает с лабораториями НИТУ МИСИС «Сверхпроводниковые квантовые технологии» и «Криоэлектронные системы», которые занимаются созданием материалов и приборов для квантовых устройств, таких как квантовые однофотонные сенсоры и передающие линии, прототип квантового компьютера; с лабораторией «Квантовые информационные технологии», занимающейся вопросами квантовых коммуникаций и моделирования сложных квантовых систем; с лабораториями «Анализ практических уязвимостей систем квантовой криптографии и разработки методов ее сертификации», «Моделирование и разработка новых материалов», «Функциональные магнитные материалы», а также с различными лабораториями ФИАН им. Лебедева, ИФХЭ им. Фрумкина, МИАН им. Стеклова, ИТПЭ, Российским квантовым центром, а также с университетами: Лейденским, Бохум, Линчёпинг, Карлсруэ.

На кафедре действуют магистерские программы по направлению «Физика»: iphd «Квантовое материаловедение», лицензированная в Агентствах ASIIN и EUR-ACE магистерская программа «Quantum physics for advanced materials engineering»; для аспирантов: «Физика конденсированного состояния и квантовые технологии» по направлению «Физика и астрономия».

Основные научные направления деятельности кафедры

1. Сверхпроводящие и топологические свойства квантовой материи для квантовых вычислений (член-корр. РАН проф. Ю.Н. Овчинников, проф.

С.И. Мухин, проф. П.Д. Григорьев, проф. А.В. Карпов, доц. А.А. Башарин, доц. Я.И. Родионов, д-р физ.-мат. наук, А.Н. Печень, м.н.с. С.С. Сеидов;

2. Квантовая криптография (рук.: проф. В.В. Макаров);
3. Упругие фазовые переходы в твердых телах (рук.: проф. Ю.Х. Векилов, д.ф.-м.н. О.М. Красильников, Е.А. Смирнова): расчет из первых принципов (DFT) электронных и фононных спектров твердых тел при высоких давлениях и температурах;
4. Терагерцовые квантовые каскадные лазеры, квантоворазмерные резонансные тунNELьные структуры для солнечной энергетики (рук.: доцент М.П. Теленков);
5. Цифровые двойники процессов плавки и кристаллизации, механизм роста кластеров твердой фазы, кинетика фазовых переходов в металлических расплавах (рук.: доцент И.А. Иванов).

Кадровый потенциал подразделения

Кадровый состав кафедры включает 8 д-р физ.-мат. наук, и 12 канд. физ.-мат. наук с международным опытом:

- 5 профессоров (средний возраст 58 лет);
- 8 доцентов (средний возраст 37 лет);
- 10 научных сотрудников по грантам К2 Приоритет 2030 и РНФ с международным опытом;
- 30 аспирантов.

15 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

- Грант К2-2022-025 «Сверхпроводящие и топологические свойства квантовой материи для квантовых вычислений» – 8 млн. (Ю.Н. Овчинников, С.И. Мухин, П.Д. Григорьев, А.Н. Печень, О.В. Моржин, Я.И. Родионов, С.С. Сеидов, В.Д. Кочев);
- Грант РНФ 23-72-01067 «Высокоточная трехкубитная CCZ операция на сверхпроводниковых кубитах-флаксониумах, активируемая микроволновым возбуждением связующего элемента» – 1,5 млн. (С.С. Сеидов) «Проведение инициативных исследований молодыми учеными» Президентская программа исследовательских проектов;
- Исследовательский грант №2-1-1-24-1 «Leader» («Ведущий ученый») фонда развития теоретической физики и математики «Базис», (П.Д. Григорьев руководитель, В.Д. Кочев);
- Грант РНФ 22-12-0019 «Компьютерный дизайн новых перспективных конструкционных материалов для ядерной энергетики» (А.В. Пономарева, Е.А. Смирнова, Д.А. Шулятев).

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

На кафедре успешно выполнен 2-й этап инфраструктурного проекта программы Приоритет 2030: № К2-2022-025 «Сверхпроводящие и топологиче-

ские свойства квантовой материи для квантовых вычислений» под руководством ведущего ученого, член-корр. РАН, д.ф.-м.н. Ю.Н. Овчинникова.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. P. Acheva, K. Zaitsev, V. Zavodilenko, A. Losev, A. Huang, and V. Makarov, Automated verification of countermeasure against detector-control attack in quantum key distribution // EPJ Quantum Technol. 10 (2023) 22, <https://doi.org/10.1140/epjqt/s40507-023-00178-x>;
2. A. Huang, A. Mizutani, H.-K. Lo, V. Makarov, and K. Tamaki, Characterization of state-preparation uncertainty in quantum key distribution // Phys. Rev. Appl. 19 (2023) 014048, <https://doi.org/10.1103/PhysRevApplied.19014048>;
3. S. I. Mukhin, A. Mukherjee, and S. S. Seidov, Correspondence between Dicke-model semiclassical dynamics in the superradiant dipolar phase and the Euler heavy top // Phys. Rev. A 107 (2023) 023721, <https://doi.org/10.1103/PhysRevA.107.023721>;

4. S. S. Seidov, S. I. Mukhin, "Bound luminosity" state in the extended Dicke model // Annals of Physics, 447 (2023) 169301, <https://doi.org/10.1016/j.aop.2023.169301>;
 5. S. I. Mukhin, Possible Manifestation of Q-Ball Mechanism of High-Tc Superconductivity in X-ray Diffraction // Condens. Matter 8 (2023) 16, <https://doi.org/10.3390/condmat8010016>;
 6. V. N. Petruhanov and A. N. Pechen, Quantum Gate Generation in Two-Level Open Quantum Systems by Coherent and Incoherent Photons Found with Gradient Search // Photonics 10(2), (2023) 220, <https://doi.org/10.3390/photonics10020220> ;
 7. P. D. Grigoriev, V. D. Kochev, A. P. Orlov, A. V. Frolov, A. A. Sinchenko, Inhomogeneous superconductivity onset in FeSe studied by transport properties // Materials, 16(5) (2023) 1840, <https://doi.org/10.3390/ma16051840>;
 8. S. S. Seidov, V. D. Kochev, P. D. Grigoriev, First-order phase transition between superconducting and charge/spin density wave states causes their coexistence in organic metals // Phys. Rev. B 108 (2023) 125123, <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.108.125123> ;
 9. V. D. Kochev, S. S. Seidov, P. D. Grigoriev, On the size of superconducting islands on the density-wave background in organic metals // Magnetochemistry, 9(7) (2023) 173, <http://dx.doi.org/10.3390%2Fmagnetochemistry9070173> ;
 10. Smirnova, E. A., Karavaev, K. V., Ponomareva, A. V., Data-driven study of dilute aluminum alloys // Journal of Materials Research 38(16) (2023) 3850–3860, <https://doi.org/10.1557/s43578-023-01102-w>.
- 8 публикаций в журналах Q1 и 12 публикаций в журналах Q2.
- Сотрудники и аспиранты кафедры выступили в 2023 году:
- с приглашенными устными докладами на 12 международных конференциях
 - со стендовыми докладами на 4 международных конференциях

Подготовка специалистов высшей квалификации

- В 2023 году защитил докторскую диссертацию доцент кафедры ТФКТ (ИФХЭ РАН им. Фрумкина) С.А. Акимов по специальности 1.5.2. – Биофизика, тема: «Упругие деформации липидных бислоев в основных мембранных процессах»;
- В 2023 году защитили кандидатские диссертации аспиранты кафедры ТФКТ: И.В. Стенищев, Т.М. Ким, А.В. Меренков.

Контактная информация

Мухин Сергей Иванович, зав. каф.
Тел.: +7(495) 955-00-62,
e-mail: dis08@misis.ru

Смирнова Екатерина Александровна, научный секретарь
Тел.: +7(495) 638-44-69,
e-mail: ekaterina.smirnova@misis.ru

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОНИКИ



Костишин Владимир Григорьевич, заведующий кафедрой, д-р физ.-мат. наук

Кафедра Технологии Материалов Электроники структурно входит в Институт Новых Материалов и Нанотехнологий. В составе кафедры Технологии Материалов Электроники действуют научно-координационные центры «Наноповерхность» и «Материаловедение ферритов», научно-учебный центр МИСИС – ИОНХ РАН (основан в 1998 г.), а также Лаборатория Интеллектуальных Сервисных Систем (создана в 2022 г. на основании результатов конкурса К6).

Основной задачей научно-исследовательской работы кафедры является разработка технологий и процессов получения материалов электроники, микро- и наноэлектроники, а также новых материалов электроники, микро- и наноэлектроники.

Развивающиеся перспективные научные направления

- функциональные аморфные микропровода для сенсорики, смарт-материалов и биомедицины;
- анизотропные пластины и пленки гексаферритов для СВЧ-электроники мм-диапазона и ТГц-спектроскопии;
- металлоуглеродные нанокомпозиты;
- радиопоглощающие и радиоэкранирующие магнитные композиты на основе ферритов и FeNiCo-сплавов;
- мультиферроидные и магнито-электрические эффекты в магнитодиэлектриках и композитах;
- «Материалы и технологии магнитоэлектроники, спинtronики и магноники».

Результаты научных исследований сопровождаются разработкой математических моделей процессов.

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

- Грант РНФ № 19-72-10071 «Разработка и исследование новых композиционных материалов «полимер/наноуглерод/феррит» для развития 5G-технологий» – 6,0 млн. руб.;
- Грант К6 (лаборатория под молодого ученого) – 6,0 млн руб.

12 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Кадровый потенциал подразделения

На кафедре работают 27 сотрудников, из них: 5 профессоров докторов наук, 15 доцентов кандидатов

наук, 3 ассистента без ученой степени, 1 зав. лабораторией, 3 учебных мастера 1-й категории.

На кафедре обучается 23 аспиранта.

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

1. Синтезированы композитные пленки состава Cd_3As_2-MnAs , перспективные как материалы сенсоров магнитного поля, с чувствительно-
- стью в интервале температур 77-340 К порядка 5×10^{-5} А/Гс;

2. Исследована структура поливинилхлорида (ПВС) и поливинилиденфторида (ПВДФ) с наночастицами BaZrO_3 и BaTiO_3 , и исследовано влияние наночастиц на термические и диэлектрические свойства композита. Массовое отношение PVC-PVDF-BaZrO₃/BaTiO₃ составляло 60:36:4. С помощью анализаnanoструктуры методом ДСК объяснено хорошая термическая стабильность благодаря эффекту кристаллизации из-за присутствия наночастиц. Полученные результаты показывают, что термические и диэлектрические величины nanoструктуры могут быть модифицированы с помощью образования стабильной nanoструктуры в полимерной матрице ПВС-ПВДФ. Nanoструктура на основе ПВС-ПВДФ, как предполагается, является перспективным материалом для разработки устройств накопления энергии;
3. Исследованы термостабильность нового полимера полидиарилдихлорбензохинона (пДАХБ) и его композитов с оксидом графена (ОГ) и многослойные углеродные нанотрубки (МУНТ) с помощью термогравиметрического анализа (ТГА) в интервале 40–450 °C на установке Discovery TG™ (TA Instruments, США) со скоростью нагрева 15 °C/мин при потоке N₂, равном 50 мл/мин. Массы образцов для ТГА составляли 2–4 мг. Установлено, что термостойкость полимера возрастает от 286,258 до 288,514 и 293,223 °C для чистого полимера и в композитах с C(ОГ), равными 6 и 12 мас.%, соответственно. При этом, потери массы (Dm) при 450 °C составляют 55,3345; 53,4206 и 53,4206 % для чистого полимера и в композитах с C(ОГ), равными 6 и 12 мас.%, соответственно. Для композитов с C(-МУНК), равными 6 и 12 мас.%, термостойкость полимера возрастает до 286,505 и 286,898 °C, соответственно. При этом, потери массы (Dm) при 450 °C составляют 28,8055 и 25,6658 % в композитах с C(МУНК), равными 6 и 12 мас.%, соответственно. По-видимому, эффект возрастания термостабильности композита связан с взаимодействием полимера с ОГ и МУНК, выступающими как компоненты, которые имеют высокую теплопроводность;
4. Были разработаны системы аморфных микропроводов ($\text{Co}_{71}\text{Fe}_5\text{B}_{11}\text{Si}_{10}\text{Cr}_3$ и $\text{Co}_{66.6}\text{Fe}_{4.28}\text{B}_{11.5}\text{Si}_{14.48}\text{Ni}_{14.4}\text{Mo}_{16.9}$) с высокой магнитной восприимчивостью, в которые в ответ на воздействие переменных магнитных полей генерируют индукционное электрическое напряжение, спектр которого содержит высшие гармоники, амплитуды которых зависят от внешних механических напряжений. Результаты получены при перемагничивании образцов микропровода с помощью системы плоских катушек, что демонстрирует потенциал применения этих материалов в качестве беспроводных датчиков механических напряжений с дистанционным считыванием;
5. Разработана многопараметрическая оптимизация дискретной функции чувствительности магнитного сенсора на основе итеративного метода глобального поиска максимума (алгоритм «роя частиц»). С этой целью были проведены измерения выходного сигнала сенсора для различных параметров возбуждения и внешних магнитных полей с использованием автоматизированной установки. Наши результаты демонстрируют эффективность применяемого алгоритма поиска, особенно с конфигурацией из 10 частиц. При различных стартовых параметрах алгоритм всегда определял максимальную чувствительность при варьировании трех основных параметров сигнала возбуждения: частоты, амплитуды и постоянной составляющей;
6. Для нанопроводов (НП), состоящих из чередующихся слоёв никеля и меди, определено влияние дипольного взаимодействия между соседними слоями внутри одной НП, а также взаимодействия соседних НП на процессы намагничивания. Усиление роли конкретного взаимодействия определяется конкуренцией аспектного отношения ферромагнитного слоя в отдельном НП, а также расстоянием между НП в матрице. Выявлено, что перемагничивание пары НП происходит двухступенчатым образом, как для двухфазной системы с двумя характерными полями. Причем сначала формируется антипараллельное упорядочение, что обуславливает небольшое значение остаточной намагниченности;
7. Разработана методика определения оптического сечения рассеяния в композитных наночастицах типа ядро/оболочка с включением ферритовых и золотых компонентов. Оптимизированы параметры таких частиц сферической и цилиндрической геометрии для сдвига плазмонного резонанса в инфракрасную область. Такие частицы перспективны для комбинированной магнитной, фототермической и магнитомеханической противораковой терапии; Установлено влияние режимов электролитического осаждения на фазовый состав, структурные особенности и магнитные свойства пленочных систем бинарного (NiFe) и тройного (CoNiP) сплавов. Получены результаты корреляции химического состава и микроструктурных параметров пленок из многокомпонентного сплава CoNiP в зависимости от условий получения. Установлен механизм формирования пленок многокомпонентных сплавов системы CoNiP с управляемым химическим составом. Показана сильная зависимость магнитных свойств объектов исследований (пленочные образцы системы CoNiP) от химического состава и микроструктуры. Данные материалы могут быть использованы в качестве магнитожестких

- слоев в многослойных пленочных структурах спин-вентильного типа для сенсорных применений. Методом реверсного импульсного электроосаждения с различной длительностью реверса были синтезированы пленки системы NiFe. Установлена корреляция режимов синтеза (длительность реверса) и микроструктурных параметров. Отмечена нелинейность изменения среднего размера зерна и пористости при увеличении длительности реверса;
8. Методом гидротермального синтеза получены субмикронные порошки Со-замещенных гексаферритов бария ($\text{BaCo}_x\text{Fe}_{12-x}\text{O}_{19}$). Согласно данным XRD все образцы являлись однофазными гексаферритами. Из характера зависимости изменения объема решетки от концентрации кобальта сделан вывод о том, что сохранение зарядового баланса при замещениях Fe^{3+} - Co^{2+} достигается в основном за счет образования кислородных вакансий. С помощью мессбауэровской спектроскопии установлен характер распределения кобальта по подрешеткам гексаферрита, а именно отсутствие предпочтений к определенным позициям. Измерения магнитных характеристик соотносятся с данными о катионном распределении в $\text{BaCo}_x\text{Fe}_{12-x}\text{O}_{19}$ – с ростом концентрации кобальта намагниченность насыщения снижается. С ростом концентрации кобальта уменьшается толщина пластинчатых частиц гексаферрита, а соответственно увеличивается удельная площадь поверхности порошка, что может быть использовано при создании газовых сенсоров на основе гексаферритов;
 9. Исследованы электрофизические свойства феррит-диэлектрических композитов, в которых в качестве включений выбраны Mn-Zn- и Ni-Zn-ферриты-шпинели с одинаковой начальной магнитной проницаемостью (марки 2000НМ и 2000НН, соответственно), но разными электрическими сопротивлениями. В качестве матриц для композитов использовали полимерные и керамические диэлектрики с различным значением диэлектрической проницаемости: полистирол (ПС525), поливинилиденфторид (марка Ф2МВ), цирконат-титанат свинца (ЦТС-21), титанат бария (ТБК-3). Экспериментальные образцы композитов получали методом горячего (если матрица – полимер) или холодного прессования со связкой (если матрица – керамический сегнетоэлектрик). Показано, что радиопоглощающие свойства полученных композитов во многом зависят от электрофизических свойств диэлектрической матрицы и удельного электросопротивления наполнителя. Наибольшее ослабление электромагнитных волн 25–27 дБ в диапазоне частот 4–5 ГГц наблюдается для феррит-полимерных композитов с полупроводниковым наполнителем 2000НМ при толщине радиопоглощающего материала 6 мм. Для композитов с наполнителем Mn-Zn-феррит также фиксируется выраженный сдвиг области дисперсии магнитной проницаемости, что в свою очередь меняет частотное положение пикового радиопоглощения. Для композитов со сегнетоэлектрической матрицей область рабочих частот для обоих наполнителей смещается в низкочастотную область (1–4 ГГц) с максимальным ослаблением до 22 дБ при той же толщине материала. Экспериментально было установлено, что при массовой концентрации феррита $C_m = 40\%$ с увеличением диэлектрической проницаемости матрицы уменьшается частота центра минимума поглощения f_{\min} и минимальное значение коэффициента отражения на металлической пластины $K_{\text{отр}}$ для наполнителя с высоким электросопротивлением 2000НН. В случае композитов с наполнителем 2000НМ зависимость $K_{\text{отр}}^{\text{мин}}$ (ε матрицы) проходит через минимум. Полученные композиты можно рассматривать как эффективные радиопоглощающие материалы для диапазона частот 1–6 ГГц с пиковым ослаблением электромагнитной волны в диапазоне 14–27 дБ и рабочей полосой частот (менее 10 дБ) в диапазоне 1,1–2,5 ГГц.

Подготовка специалистов высшей квалификации

Аспирантуру кафедры в 2023-м году успешно закончили 4 аспиранта: Годаев Баин Сергеевич,

Пушкин Дмитрий Борисович, Салогуб Д.В. и Черемных А.Д.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Irina Zaporotskova, Dmitriy Muratov, Lev Kozhitov, Natalia Boroznina, Sergey Boroznin, Andrey Vasiliev, Vitaly Tarala, Evgeny Korovin5 // Nanocomposites based on pyrolyzed polyacrylonitrile doped with FeCoCr/C transition metal alloy nanoparticles: synthesis, structure, and electromagnetic properties // Polymers 2023, 15(17), 3596; <https://doi.org/10.3390/polym15173596> Received: 13 July 2023 / Revised: 21 August 2023 / Accepted: 24 August 2023 / Published: 30 August 2023 (Q1, IF = 5.0);
2. V. Fedkin, V. Fedosyk, A. Kotelnikova, O. Kanafyev, M. Panasiuk, T. Usovich, D. Tishkevich, T. Zuban, P. Thakur, A. Thakur, S. V. Trukhanov, Alex Trukhanov, Features of pulse-reverse modes for Ni-Fe

- nanogranular films electrodeposition: correlation of structural parameters and MI effect, Ceramics International, 49 (17A) (2023) 28089–28097, <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2023.06.058> (Q1, IF = 5.2);
3. Yuan Yao, I. A. Hrekau, D. I. Tishkevich, T. I. Zubar, V. A. Turchenko, Songtao Lu, M. V. Silibin, D. B. Migas, M. I. Sayyed, S. V. Trukhanov, A. V. Trukhanov, Correlation of the chemical composition, phase content, structural characteristics and magnetic properties of the Bi-substituted M-type hexaferrites, Ceramics International, 49 (22B) (2023) 37009–37016, <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2023.09.033> (Q1, IF = 5.2);
 4. S. Caliskan, M. A. Almessiere, A. Baykal, H. Gungunes, Y. Slimani, M. Hassan, D. S. Klygach, V. G. Kostishin, S. V. Trukhanov, A. V. Trukhanov, M. A. Gondal, Impact of vanadium substitution on structural, magnetic, microwave absorption features and hyperfine interactions of SrCo hexaferrites, Journal of Alloys and Compounds 960 (2023) 170578, <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2023.170578> (Q1, IF = 6.2);
 5. Moustafa A. Darwish, Marwa M. Hussein, Samia A. Saafan, Walaa Abd-Elaziem, Di Zhou, Maksim V. Silibin, Sergei V. Trukhanov, Nikita V. Abmiotka, M. I. Sayyed, Daria I. Tishkevich, Alex V. Trukhanov, Impact of the Mg/Zn Ratio on Features of Structural and Magnetic Properties in A-Site Stoichiometric Nanosized Spinel Ferrites, Journal of Alloys and Compounds, 968 (2023) 172278, <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2023.172278> (Q1, IF = 6.2);
 6. A. V. Trukhanov, M. A. Almessiere, A. Baykal, Y. Slimani, E. L. Trukhanova, A. V. Timofeev, V. G. Kostishin, S. V. Trukhanov, M. Sertkol, UI-Hamid, Correlation between the composition, structural parameters and magnetic properties of the spinel-based functional nanocomposites, Nano-Structures & Nano-Objects, 33 (2023) 100941, <https://doi.org/10.1016/j.nanoso.2023.100941> (Q1);
 7. Maria I. Panasyuk, Tatiana I. Zubar, Tatsiana I. Usovich, Daria I. Tishkevich, Oleg D. Kanafyev, Vladimir A. Fedkin, Anna N. Kotelnikova, Sergei V. Trukhanov, Dominik Michels, Dmitry Lyakhov, Tatiana N. Vershinina, Valery M. Fedosyuk, Alex V. Trukhanov, Mechanism of bubbles formation and anomalous phase separation in the CoNiP system, Scientific Reports, 13(1) (2023) 5829, [10.1038/s41598-023-33146-7](https://doi.org/10.1038/s41598-023-33146-7) (Q1 IF = 4,5);
 8. Reda E. El-Shater, Hassan El Shimy, Samia A. Saafan, Moustafa A. Darwish, Di Zhou, Kadiyala Chandra Babu Naidu, Mayeen U. Khandaker, Z. Mahmoud, Alex V. Trukhanov, Sergei V. Trukhanov and Fatma Fakhry, Fabrication of doped ferrites and exploration of its structure and magnetic behavior, Materials Advances, 4 (2023), 2794–2810, [10.1039/d3ma00105a](https://doi.org/10.1039/d3ma00105a) (Q1, IF = 5,0);
 9. Asma M. Alenad, Taha Abdel Mohaymen Taha, Muhammad Abdullah, Abdul Ghafoor Abid, Sumaira Manzoor, Rabia Yasmin Khosa, Hafiz Muhammad Tahir Farid, Sergei Trukhanov, M. I. Sayyed, Daria Tishkevich, Alex Trukhanov, Highly performed tungsten trioxide-polyaniline composite thin film and their accelerated oxygen evolution electrocatalyst activity, Journal of Electroanalytical Chemistry 941 (2023) 117550, <https://doi.org/10.1016/j.jelechem.2023.117550> (Q1 IF = 4,5);
 10. V. E. Zhivulin, E. A. Trofimov, O. V. Zaitseva, D. P. Sherstyuk, N. A. Cherkasova, S. V. Taskaev, D. A. Vinnik, Yu. A. Alekhina, N. S. Perov, K. C. B. Naidu, H. I. Elsaeedy, M. U. Khandaker, D. I. Tishkevich, T. I. Zubar, A. V. Trukhanov, S. V. Trukhanov, Preparation, phase stability and magnetization behavior of high entropy hexaferrites, iScience 26 (2023) 107077, <https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.107077> (Q1 IF = 5,8).

В 2023-м году сотрудниками кафедры опубликована 51 публикация в журналах Q1 и Q2.

Патенты

1. Миронович А.Ю., Исаев И.М., Костишин В.Г., Тимофеев А.В., Шакирзянов РИ., Коровушкин В.В., Щербаков С.В., Налогин А.Г., Алексеев А.А. Способ получения пленок феррита. Патент RU 2790266 C1. Опубликовано 15.02.2023.
2. Щербаков С.В., Налогин А.Г., Алексеев А.А., Исаев И.М., Труханов А.В., Камардин И.Н., Миронович А.Ю., Тимофеев А.В., Шакирзянов РИ., Скорлупин Г.А., Костишин В.Г. Способ изготовления анизотропного гексаферрита бария. Патент RU 2791957 C1. Опубликовано 14.03.2023.

Контактная информация

**Костишин Владимир Григорьевич, заведующий кафедрой,
д-р физ.-мат. наук, профессор
Тел.: +7 (495) 638-46-51; +7 (965) 297-94-10,
e-mail: kostishin@misis.ru**

КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ



**Савченко Александр
Григорьевич, заведующий
кафедрой, канд. физ.-мат. наук**

Стратегическая цель деятельности кафедры

Базируясь на уникальном опыте, репутации, кадровом потенциале, систематически развивая инфраструктуру (в том числе её приборно-инструментальную, методическую, аналитическую и информационную составляющие), используя возможности кооперации и расширяя базу для коммерциализации передовых разработок, привлекая специалистов высшей квалификации, исследовательскую и технологическую инфраструктуру научно-исследовательских организаций-партнёров, кафедра без преувеличения является одним из ведущих центров НИТУ МИСИС по подготовке и переподготовке кадров, в том числе высшей квалификации, для научно-ёмких отраслей реального сектора российской экономики и проведения исследований и разработок мирового уровня в области физического материаловедения, физики и технологии магнитотвёрдых материалов (МТМ) и наноматериалов (НМ) в частности, магнитных материалов биомедицинского назначения, структурной диагностики и экспертизы материалов с особыми физическими свойствами.

Задачи и перспективы научной деятельности

Научно-исследовательская деятельность кафедры направлена на решение как фундаментальных проблем физики магнитных явлений, физического материаловедения функциональных материалов, в том числе НМ, так и практических задач, связанных с разработкой новых и оптимизацией существующих композиций МТМ (в микро- и нанокристаллическом состоянии), аморфных и нанокристаллических материалов с особыми физическими свойствами, в том числе для «зелёной» энергетики и электротранспорта, магнитных материалов биомедицинского назначения, включая материалы для диагностики (контрастные агенты), терапии (магнитная гипертермия) и адресной доставки лекарств, а также технологических процессов их получения, основанных на научно обоснованных знаниях о структурных и фазовых превращениях в веществах, разработкой высокоэффективных методов структурной диагностики и экспертизы материалов с особыми физическими свойствами, в том числе с использованием методов рентгеноструктурного анализа, электронной и оптической микроскопии, мёссбауэрской спектроскопии, высокоразрешающей калориметрии и термогравиметрического анализа, комплексных исследований магнитных свойств.

Основные научные направления деятельности кафедры

1. Физика, разработка и получение сплавов со специальными свойствами, в том числе:
- физика магнитных явлений и прикладной магнетизм – исследование закономерностей формирования высококоэрцитивного состояния (ВКС) в микро- и нанокристаллических сплавах, в том числе, на основе интерметаллических соединений переходных металлов с редкоземельными металлами, в оксидах железа и магнитотвёрдых ферритах, а также процессов перемагничивания постоянных магнитов;
- физическое материаловедение магнитомягких материалов, в том числе, изучение влияния различных внешних факторов на процессы структурообразования и перемагничивания аморфных, микро- и нанокристаллических сплавов;
- физическое материаловедение МТМ – исследование закономерностей формирования ВКС в сплавах систем Fe-Cr-Co, Fe-Al-Ni(-Co), РЗМ-Fe-B (РЗМ – редкоземельные металлы), Sm-Co, Sm-Fe-N, Sm(Co,Fe,Cu,Zr)_z, Fe-M-O (M – Fe, Ba, Sr, РЗМ и др.) и магнитотвёрдых обменно-связных нанокомпозитах;
2. Наноматериалы и нанотехнологии, в том числе:
- разработка методов синтеза и исследование оксидных и керамических магнитных и магнитоэлектрических наноматериалов, в том числе наночастиц типа ядро/оболочка, димерных и гибридных наночастиц для биомедицинских применений;
- оптимизация существующих, и разработка новых способов получения и исследование на-

- ноструктурированных МТМ на основе сплавов систем РЗМ-Fe-B и Sm-Fe-N;
- разработка способов получения и методов синтеза НМ с особыми физическими свойствами с использованием методов быстрой закалки расплавов сплавов, высокоэнергетического измельчения, водородной обработки, азотирования и др.;
- Разработка методов структурного анализа и измерения физических свойств, в том числе, разработка методов получения и исследование закономерностей формирования структуры и магнитных свойств НМ на основе оксидов железа и магнитотвёрдых ферритов.
- Разработка методик измерения статических и динамических характеристик магнитомягких и магнитотвёрдых материалов, в том числе в интервале температур, с использованием современных измерительных комплексов и установок; развитие методов анализа фазового состояния и тонкой структуры функциональных материалов и установление связи параметров структуры со свойствами материалов;
- Компьютерное моделирование материалов и технологических процессов, в том числе, с использованием метода молекулярной динамики, моделирование ранних стадий мартенситных превращений, включая образование и сверхзвуковой рост мартенситных нанокристаллов, влияния размера наночастиц на температуру плавления и др.

Кадровый потенциал кафедры

4 профессора, 18 доцентов, 2 старших преподавателя, 4 ассистента, 2 заведующих лабораториями, 6 экспертов и инженеров научного проекта, заведующий учебной лабораторией, 2 специалиста по учебно-методической работе и 5 учебных мастеров, из них: 1 доктор физико-математических наук,

2 доктора химических наук, 1 доктор биологических наук, 14 кандидатов физико-математических наук, 4 кандидата технических наук, 3 кандидата химических наук.

На кафедре обучаются 24 аспиранта.

Наиболее важные проекты, выполненные в 2023 году

Хозяйственный договор с АО «ВНИИХТ» (ГК «РОСАТОМ») на тему «Контроль фазового состава и сверхпроводящего состояния порошковых композиций на основе системы Y-Ba-Cu-O для технологий 3D-печати и порошковой металлургии», в рамках которого выполнены исследования по определению возможности синтеза химическим методом порошковых композиций на основе сверхпроводящей фазы $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$, для использования в качестве исходного сырья при производстве сверхпроводящих изделий методами 3D-печати и порошковой

металлургии. В том числе, определены составы и количество прекурсоров для получения порошковых композиций на основе сверхпроводящей фазы $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ с заданными характеристиками, а также режимы синтеза и термической отработки порошков. Определён химический и фазовый состав порошков-прекурсоров, а также микроструктура и фазовый состав синтезированных порошков после различных режимов предварительного отжига и высокотемпературного изотермического отжига.

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

- Для более точного понимания процесса гидрирования-дегидрирования продолжено исследование зависимости структурных изменений, происходящих в многокомпонентном сплаве $\text{Ti}_{25}\text{Zr}_{25}\text{V}_{15}\text{Nb}_{15}\text{Ta}_{20}$ от количества поглощенного водорода. Проведена серия экспериментов с использованием образцов исследуемого сплава, содержащих разное количество водорода: от 0 Н/М до 1,76 Н/М. Установлено формирование фазы с ГЦК кристаллической решёткой в процессе гидрирования (тогда как в литературных данных фигурирует фаза с тетрагональной кристаллической решёткой для аналогичных составов сплавов) в интервале от 0,18 Н/М до 1,2 Н/М, которая существует

одновременно с исходной фазой с ОЦК решёткой. При концентрации водорода выше 1,2 Н/М происходит полная трансформация исходной ОЦК фазы в гидридную ГЦК. Также проведен синтез и анализ 3D напечатанных образцов сплавов на основе титана в $\alpha+\beta$ фазовом состоянии. Получены зависимости пористости и склонности к образованию горячих трещин от режимов печати. Установлены оптимальные режимы печати, обеспечивающие минимальное значение пористости и отсутствие горячих трещин (доцент. Задорожный В.Ю., аспирант Король А.А., аспирант Железный М.В., доцент Новиков А.И.).

2. Продолжаются исследования фазовых превращений в магнитотвердых сплавах системы Fe-Cr-Co с использованием различных структурных и физических методов. Исследовано влияние содержания кобальта на температуры фазовых превращений в сплавах Fe-Cr-Co, нелегированных и легированных медью, молибденом и вольфрамом. (доцент Перминов А.С., магистры Дорофеева В.А., Корнаушенкова А.Ю., Кудряшова Е.А., бакалавр Антонян Е.Р.).
3. Проводится работа по исследованию изменения структуры быстрозакаленных сплавов, полученных в одинаковых условиях при закалке из жидкости, составов типа $\text{Co}_{79-x}\text{Fe}_3\text{Cr}_3\text{Si}_{15}\text{B}_x$ в зависимости от содержания бора. Показано, что с увеличением доли бора в составе сплавов типа $\text{Co}_{79-x}\text{Fe}_3\text{Cr}_3\text{Si}_{15}\text{B}_x$ при закалке из жидкого состояния доля аморфной фазы растет. Установлено, что при содержании бора 12 % (ат. доля) достигается полностью аморфное состояние. Показано, что в литом состоянии при добавлении в сплав $\text{Co}_{79}\text{Fe}_3\text{Cr}_3\text{Si}_{15}$ 1 % (ат. доля) бора качественный состав не изменяется, изменяется только соотношение фаз. Однако это оказывает влияние на формирование структуры сплава в закаленном из жидкости состоянии и возникновение аморфной фазы. (доцент Шуваева Е.А., магистр Никитина Е.М.).
4. С помощью отжига в ненасыщающем продольном магнитном поле продемонстрирована возможность значительного улучшения магнитомягких свойств различных аморфных сплавов ($\text{Fe}_{77}\text{Ni}_1\text{Si}_9\text{B}_{13}$, $\text{Fe}_{69}\text{Ni}_8\text{Si}_9\text{B}_{14}$, $\text{Co}_{68}\text{Fe}_4\text{Cr}_4\text{Si}_{13}\text{B}_{11}$). Исследовано влияние различных факторов на эффективность отжига в ненасыщающем магнитном поле (температуры, напряжённости магнитного поля, времени выдержки, скорости охлаждения, момента приложения поля и др.). Проведено сопоставление магнитных свойств после отжига в ненасыщающем магнитном поле и после отжига без поля, доказывающее эффективность предлагаемой обработки. Показана возможность получения высокого комплекса магнитомягких свойств аморфного сплава $\text{Co}_{68}\text{Fe}_4\text{Cr}_4\text{Si}_{13}\text{B}_{11}$ без охрупчивания путем проведения ступенчатого отжига в ненасыщающем магнитном поле (доцент Введенский В.Ю., аспирант Токмакова Е.Н.).
5. Коллективом сотрудников и студентов кафедры реализуется проект по изучению влияния различных легирующих элементов (Ga, Cu, V, Ti, C) на закономерности фазовых переходов, микроструктуру и магнитотвёрдые свойства ферромагнитных сплавов системы Mn-Al, полученных методом быстрой закалки. Было показано, что закономерности фазовых переходов сплава Mn-Al-Ga при переходе от массивных литьих образцов к быстрозакалённым лентам изменяется. Это проявляется в 1) выпадении до 27 % фазы (β -Mn) с последующим её растворением; 2) наблюдается фазовый переход $\epsilon \rightarrow \gamma^2$, не наблюдавшийся ранее в массивных образцах, в результате чего при протекании последующих переходов $\epsilon \rightarrow \tau(\epsilon)$ и $\gamma^2 \rightarrow \tau(\gamma^2)$ существенно увеличивается доля термодинамически более стабильной фазы $\tau(\gamma^2)$. На основании полученных данных о структуре выдвинуто предположение, что фазовый переход $\gamma^2 \rightarrow \tau(\gamma^2)$ имеет черты массивного превращения. Исследования проводятся при поддержке гранта РНФ (проект № 23-13-00161) (доцент Горшенков М.В., аспиранты Фортуна А.С. и Морозова Т.А., студенты Важинский Н.М. и Нечаев К.С.).
6. Изучено влияния длительности отжига при температурах выше температуры кристаллизации T_x на индукцию насыщения аморфных лент сплавов на основе Fe-Co. Показано, что длительность высокотемпературного отжига (выше температуры кристаллизации T_x) по-разному влияет на индукцию насыщения B_s аморфных сплавов $(\text{FeCo})_{82}\text{SiB}$ и $(\text{FeCo})_{82}\text{SiBP}$. Методом дифференциальной сканирующей калориметрии определены характерные температуры кристаллизации аморфной фазы, которые составили: для сплава $(\text{FeCo})_{82}\text{SiB}$ $T_{x1} = 390^\circ\text{C}$ и $T_{x2} = 520^\circ\text{C}$; для сплава $(\text{FeCo})_{82}\text{SiBP}$ $T_{x1} = 410^\circ\text{C}$ и $T_{x2} = 540^\circ\text{C}$ соответственно. Установлено, что длительность отжига существенного влияния на изменение B_s не оказывает при температурах отжига 390, 410 и 510 °C в случае сплава $(\text{FeCo})_{82}\text{SiB}$. При температуре 520 °C минутная выдержка повышает B_s до 2,15 Тл в сплаве $(\text{FeCo})_{82}\text{SiB}$. В сплаве $(\text{FeCo})_{82}\text{SiBP}$ отжиг длительностью 100 мин при 530 °C приводит к значительному росту B_s до 2 Тл. При температуре отжига 540 °C для сплава $(\text{FeCo})_{82}\text{SiBP}$ минутный отжиг приводит к увеличению B_s до величины 1,9 Тл, что имеет важное практическое значение при использовании подобных сплавов для изготовления сердечников высокочастотных трансформаторов и компонентов электродвигателей (доцент Могильников П.С., аспирант Колотокин Н.Ю.).
7. Исследовано влияние размеров магнитных наночастиц на эффективность передачи энергии на биомолекулы в переменном магнитном поле. Показано, что с увеличением размера увеличивается и эффективность передачи энергии, однако одновременно растет роль диполь-дипольных взаимодействий, понижающих данный показатель. Среди исследованных наночастиц феррита кобальта размерами 5, 14, 27 и 99 нм максимальным магнитомеханическим эффектом в переменном магнитном поле обладают наночастицы с размером 14 нм (доценты Никитин А.А. и Абакумов М.А.).

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Глазер А. М., Сундеев Р. В., Шалимова А. В., Метлов Л. С. Физика больших пластических деформаций // Успехи физических наук. – 2023. – Т.193. – №1. – С. 33–62. DOI: 10.3367/UFNr. 2021.07.039024;
2. Adjusting of the performance characteristics of the La(Fe,Si)13 compounds and their hydrides for multi-stimuli cooling cycle application. / D. Yu. Karpenkov, R. A. Makarin, A. Yu. Karpenkov, A. V. Korotitskiy, A. S. Komlev, M. V. Zheleznyi // Journal of Alloys and Compounds. – 2023. – V. 962. DOI: 10.1016/j.jallcom.2023.171154;
3. Effect of Rotary Swaging on Mechanical and Operational Properties of Zn – 1%Mg and Zn – 1%Mg – 0.1%Ca Alloys // N. Martynenko, N. Anisimova, G. Rybalchenko, O. Rybalchenko, V. Serebryany, M. Zheleznyi, e.a. // Metals. – 2023. – V.13. – № 8. – P.1386. <https://doi.org/10.3390/met13081386>;
4. Micromagnetic Simulation of Increased Coercivity of (Sm, Zr)(Co, Fe, Cu)z Permanent Magnets / M. V. Zheleznyi, N. B. Kolchugina, V. L. Kurichenko e.a. // Crystals. – 2023. – V.13. – N. 2. – P. 177. <https://doi.org/10.3390/cryst13020177>;
5. Изучение селективного извлечения свинца и цинка из пыли ДСП при нагреве в печах со-противления в токе аргона. / Н. В. Подусовская, О. А. Комолова, К. В. Григорович А. В. Павлов, В. В. Аксенова, Б. А. Румянцев, М. В. Железный // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2023. – Т. 66. – № 3. – С. 344–355. DOI: 10.17073/0368-0797-2023-3-344-355;
6. Закономерности влияния температуры отжига на магнитные и механические свойства аморфных сплавов на основе системы Fe-Co с высокой индукцией насыщения / Соснин В. В., Могильников П. С., Колотовкин Н. Ю., Базлов А. И., Малютина Е. С. // Проблемы черной металлургии и материаловедения. – 2023. – № 2. – С. 78–85. DOI: 10.54826/19979258_2023_2_78;
7. Scanning Ion-Conductance Microscopy for Studying β-Amyloid Aggregate Formation on Living Cell Surfaces. / V. S. Kolmogorov, A. S. Erofeev, E. P. Barykin, R. V. Timoshenko, E. V. Lopatukhina, S. A. Kozin, L. R. Gorbacheva, S. V. Salikhov, N. L. Klyachko, V. A. Mitkevich, C. R. W. Edwards, Y. E. Korchev, A. A. Makarov, P. V. Gorelkin // Anal Chem. – 2023. – V. 95 (43). – P. 15943–15949. <https://doi.org/10.1021/acs.analchem.3c02806>;
8. Investigation of the Antifungal and Anticancer Effects of the Novel Synthesized Thiazolidinedione by Ion-Conductance Microscopy. / N. A. Savin, AS. Erofeev, R. V. Timoshenko, A. N. Vaneev, A. S. Garanina, S. V. Salikhov, N. E. Grammatikova, I. B. Levshin, Y. E. Korchev, P. V. Gorelkin. // Cells. – 2023. – V. 12 (12). – P. 1666. <https://doi.org/10.3390/cells12121666>;
9. Thermochemical Analysis of Hydrogenation of Pd-Containing Composite Based on TiZrVNbTa High-Entropy Alloy / I. Savvotin, E. Berdonosova, A. Korol, V. Zadorozhnyy, M. Zadorozhnyy, E. Statnik, A. Korsunsky, M. Serov, S. Klyamkin. // Applied Sciences. – 2023. – V. 13 (16), article number: 9052. <https://doi.org/10.3390/app13169052>;
10. Production of multi-principal-component alloys by pendent-drop melt extraction / A. Korol, V. Zadorozhnyy, M. Zadorozhnyy, A. Bazlov, E. Berdonosova, M. Serov, A. Stepashkin, M. Zheleznyi, A. Novikov, S. Kaloshkin, S. Klyamkin, I. Savvotin. // International Journal of Hydrogen Energy. – 2024 – V. 54 (7) pp. 161–175. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2023.04.302>.

Патенты

Патент на изобретение № 2798517 Российской Федерации от 23.06.2023 г., МПК C1, Низколегирован-

ный титановый сплав / Задорожный В.Ю., Баутин В.А., Кварацхелия А.Р., Миргазизов Р.М., Задорожный М.Ю.

Пособия

1. Малютина Е.С. Фазовые равновесия и структурообразование. Трехкомпонентные диаграммы фазового равновесия: Сборник задач. – М.: Изд. дом МИСИС, 2023. – 40 с.;
2. Лилеев А.С. Основы магнетизма. Часть 2. Механизмы перемагничивания магнитных материалов. Процессы перемагничивания высокоани-
- зотропных одноосных ферромагнетиков: Курс лекций. – М.: Издательский дом МИСИС, 2023. – 206 с.

Основные достижения кафедры

- Доцент, канд. физ.-мат. наук Могильников П.С. награждён нагрудным знаком Минобрнауки России «Молодой учёный»;
- Доцент, канд. техн. наук Горшенков М.В. награждён Почётной грамотой Минобрнауки России;
- Аспирант Тимошенко Р.В. стал победителем конкурса МИСИС «Аспирант года 2023».

Участие в конференциях

- Лазерные, плазменные исследования и технологии (ЛАПЛАЗ). Москва, 28–31 марта 2023 г;
- Прочность неоднородных структур – ПРОСТ 2023. XI Евразийская научно-практическая конференция. Москва, 18–20 апреля 2023 г;
- Дни калорики в Дагестане. Дербент, 27–31 мая 2023 г;
- Актуальные проблемы прочности (АПП-2023). Зеленогорск, Санкт-Петербург, 23–27 сентября 2023 г;
- Advanced high entropy materials. V International Conference and School. Saint-Petersburg, 09–13 октября 2023 г.

Оборудование

Количество единиц уникального оборудования – более 20, в том числе:



Дифрактометр Rigaku SmartLab, Rigaku



Синхронный термоанализатор Netzsch STA 449 F3



Спектрометр последовательного действия Primus II, Rigaku



Измерительный комплекс PPMS-9 + EverCool-II Cryogen-Free



Высокоэнергетическая шаровая планетарная мельница Retsch PM 400



Вибромагнитомер VSM-250 фирмы LDJ, Китай



Вакуумная печь сопротивления BC-3-16

Контактная информация

**Савченко Александр Григорьевич, заведующий кафедрой,
канд. физ.-мат. наук,
государственный советник Российской Федерации III класса
тел.: +7 (495) 955-01-33,
e-mail: csavchenko@misis.ru**

КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ



**Салимон Алексей Игоревич,
заведующий кафедрой,
канд. физ.-мат. наук**

Кафедра физической химии с момента своего создания в 1947-м году направлена на подготовку специалистов, обладающих фундаментальными научными знаниями, лежащими в основе практически всех технологий синтеза, переработки и модификации современных материалов – металлических сплавов (в том числе микро- и нано-структурных, в также аморфных), керамических, полимерных, композиционных, углеродных, биоинженерных и природоподобных конструкционных и функциональных материалов для широкого круга применений, в частности, для накопителей энергии, накопителей водорода, ответственных узлов для аэрокосмической, атомной и др. отраслей. На современном этапе особое внимание уделяется междисциплинарным исследованиям на стыке материаловедения, химических технологий, передовых методов структурного анализа, создания комплексных систем и цифровых технологий. Кафедра физической химии является структурным подразделением Института Новых материалов и нанотехнологий (ИНМИН) НИТУ МИСИС. Среди сотрудников кафедры 7 докторов наук и 8 кандидатов наук. На данный момент на кафедре, кроме бакалавров и магистров, проходят обучение и занимаются научной работой более 30 аспирантов.

Основные научные направления деятельности кафедры

- Информационно-аналитические системы в материаловедении и новые подходы к созданию материалов;
 - Химические накопители энергии и суперконденсаторы;
 - Диффузия и диффузионные процессы в металлических сплавах;
 - Термодинамические и кинетические свойства поверхностей раздела;
 - Высокотемпературные капиллярные эффекты: смачивание, растекание и пропитка
 - Системы квантовых точек и квантовые нейронные сети;
 - Высокотемпературные капиллярные эффекты: смачивание, растекание и пропитка
 - Получение и свойства наносистем и коллоидных растворов металлов и их оксидов;
 - Термодинамическое моделирование в сложных металлургических системах;
 - Полимерматричные композиционные материалы;
 - Проводящие полимерные и эластомерные материалы.
1. Информационно-аналитические системы в материаловедении и новые подходы к созданию материалов (зав. кафедрой А.И. Салимон, e-mail: salimon.ai@misis.ru.)

Проводятся исследования в области информационно-аналитических систем в материаловедении, а также в разработке новых композиционных, гибридных и биомиметических материалов на основе высокофункциональных полимеров и природного сырья. Отдельным направлением является создание новых методов структурного анализа материалов с высоким разрешением и режимах *in situ* и *operando*.

2. Химические накопители энергии и суперконденсаторы (доц. И.С. Кречетов, e-mail: krechetov@misis.ru; доц. Т.Л. Лепкова e-mail: lepkova.tl@misis.ru). Исследование свойств материалов для электродов суперконденсаторов (удельная поверхность, емкость, накопленная энергия) и возможность их использования в сочетании с водными и органическими электролитами. Развитие методов создания новых углеродных материалов для электродов суперконденсаторов, в том числе их природного сырья, а также их термической и термохимической модификации. Получение композиций для токопроводящих углеродных пленок, используемых в качестве токосъемов.
3. Диффузия и диффузионные процессы в металлических сплавах (проф. Б.С. Бокштейн, e-mail: bokshtein.bs@misis.ru; доц. А.О. Родин, e-mail: rodin@misis.ru) На данный момент работы ведется ряд работ по исследованию диффузионных процессов в многокомпонентных и многофазных системах.

Исследования диффузии в многокомпонентных высокотемпературных ОЦК металлах и сплавах на их основе (Ti-Zr-Hf-Mo-Nb-Ta) показывают, что замедления диффузионных процессов, которое наблюдали некоторые исследователи в высокоэнтропийных сплавах, в таких системах не происходит, а коэффициенты диффузии близки к коэффициентам диффузии в бинарных системах и даже выше.

Изучаются вопросы диффузионного фазообразования в металлических системах Cu-Sn, Cu-Zn, Al-Cu, а также при процессах азотирования и цементации сталей, никелевых сплавах.

Для двух и более компонентных систем развиваются подходы для моделирования сложных диффузионных процессов. Разработан алгоритм анализа для диффузии в системах с сильной зависимостью коэффициента диффузии от концентрации.

4. Создание цифровых двойников промышленных процессов (доц. А.О. Родин, e-mail: rodin@misis.ru) За последние годы проведены работы по построению модельных описаний процессов деформации и термообработки крупномасштабных изделий из малолегированной стали. На базе построенной модели описания диффузионного роста фаз построена модель предсказания механических свойств стали, учитывающая твердорасторвенный, дислокационный, дисперсионный и зернограничный вклады в упрочнение стали.

5. Энергетические характеристики и кинетические свойства поверхностей в металлах и сплавах (доцент Жевненко С.Н. e-mail: zhevnenko@misis.ru) Проводятся исследования процессов на поверхностях раздела и развиваются методы изучения поверхностных явлений при высоких температурах в металлических системах:

- проводятся измерения изотерм и полигерм поверхности энергии в двухкомпонентных системах, изучение фазовых переходов на поверхностях;
- проводятся измерения скорости диффузионной ползучести металлических поликристаллических систем на основе серебра, меди, никеля, изучается влияние поверхностных фазовых переходов на диффузионную ползучесть. Развиваются работы по экспериментальным измерениям поверхностной и зернограничной диффузии;
- создано и эксплуатируется оборудование для прямых высокотемпературных исследований взаимодействия твердых фаз с расплавами, включая смачивание, растекание, кинетику пропитки. Измерения проводятся с помощью высокоскоростной съемки и измерения капиллярных сил;

- развивается научное направление изучения капиллярных эффектов в среде плазмы;
- разрабатываются методы синтеза MAX-фаз, изучаются их свойства и создаются композиционные материалы на их основе.

6. Системы квантовых точек, квантовые нейронные сети и искусственный интеллект; квантовая теория поля (проф. Н.Е Капуткина, e-mail: kaputkina.ne@misis.ru)

В качестве элементной базы для квантовых вычислительных систем могут использоваться сквиды, ионные ловушки, полупроводниковые структуры. Значительным потенциалом для применения в системах обработки информации обладают системы квантовых точек (КТ) в связи с масштабируемостью технологии производства массивов КТ, миниатюрностью отдельных элементов, а также возможностью контролировать их состояние путем приложения внешних электрических и магнитных полей. Когерентные осцилляции между различными квантовыми состояниями могут сохраняться вплоть до температур в несколько десятков градусов Кельвина. Наблюдаемый эффект перепутывания при слабом диполь-дипольном взаимодействии и сильной диссипации может быть интересен для массивов квантовых точек, работающих в качестве нейронных сетей и клеточных автоматов. Используя различные конфигурации связей, можно получить различные классификации пространства квантовых состояний трехкубового регистра, т.е. реализовать классификационную функцию квантовой нейронной сети. Проводились численные и аналитические исследования эффективности обучения квантовых систем в присутствии термостата. Показано, что эффективное обучение возможно только в пределе классического обучения, когда изменение состояния обучающейся системы не приводит к существенному изменению состояния учителя.

7. Получение, свойства коллоидных растворов металлов и их оксидов. Разработка новых материалов на основе нанодисперсных систем и технологий. (доц. Г.Ф. Фролов, e-mail: frolov.ga@misis.ru)

На основе разработанных методик получения нетоксичных нанодисперсных водных композиций на основе соединений титана, tantalа, меди, железа и серебра с требуемыми биоцидными свойствами проводятся следующие основные работы:

- разработка стоматологических материалов с повышенной адгезией и антибактериальными свойствами;
- разработка активных углей с заданными сорбционными свойствами;

- разработка катализаторов различного назначения;
 - модификация углеродных материалов для использования в суперконденсаторах;
 - модификация активных углей для получения специальных добавок для композитных материалов.
8. Полимерматричные композиционные материалы (рук. доцент, к.т.н. Степашкин А.А., e-mail: a.stepashkin@misis.ru; доцент Чердынцев В.В., e-mail: vvch@misis.ru)
Проводятся исследования закономерностей структурообразования, обеспечивающих получение высоконаполненных полимерных композитов с повышенными теплопроводящими и прочностными характеристиками:
- исследуется влияния типа, содержания, морфологии наполнителей и режимов получения материала на теплопроводность и механические свойства высоконаполненных композитов на полимерной основе;
 - ведутся работы по определению перколяционного порога содержания наполнителя в сложнонаполненном полимерном материале с различной морфологией наполнителя;
 - развиваются исследования, направленные на формулирование принципов формирования композитов, обеспечивающих оптимальное сочетание теплофизических и прочностных характеристик сетевых наноструктур наполнителя в полимерной матрице.
- Кроме того, проводятся следующие работы:
- Разработка композиционных материалов на основе термопластичных матриц (Сверхвысокомолекулярный полиэтилен, полисульфон,
- полиэфирсульфон, полиэфирэфиркетон, и др.) армированных непрерывными и дискретными углеродными, стеклянными и другими волокнами. Исследование структуры и свойств композиционных материалов.
- Композиционные материалы для систем накопления и хранения энергии на основе термопластичных полимеров, наполненных различными типами углеродных материалов, нитридом бора.
 - Экспериментальное моделирование деформационного поведения односторонних нитей, монослов, композиционных материалов на основе термопластичных полимеров и высокопрочных/высокомодульных волокон
 - Исследование особенностей разрушения термопластичных композиционных материалов в условиях квазистатического, динамического и усталостного нагружения.
 - Исследование механизмов и скоростей накопления повреждений в композиционных материалах с термопластичными матрицами.
 - Углерод-углеродные композиционные материалы, взаимосвязь структуры, технологии получения, свойств в условиях квазистатических, динамических и циклических воздействий.
 - Физико-механические и тепловые свойства полимер-матричных композиционных материалов
9. Проводящие полимерные и эластомерные материалы (рук. Доцент, канд. техн. наук, Степашкин А.А., e-mail: a.stepashkin@misis.ru)
Разработка проводящих полимерных и эластомерных материалов для возобновляемых источников энергии. Исследование их структуры и свойств.

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

- Проект Государственного задания: «Исследование взаимодействия расплавов со сплошными и пористыми твердыми телами: поверхностная энергия, пропитка, смачивание и растекание» (рук. Жевненко С.Н.);
 - Проект РНФ «Исследование закономерностей смачивания, растекания и пропитки расплавами
- на основе серебра и меди в новом классе слоистых материалов на основе MAX фаз в системах $(\text{Cr}, \text{Mn}, \text{V}) - \text{Al}-\text{C}$ (рук. Жевненко С.Н.);
- Проект РНФ «Реализация магнитотвердого состояния в безредкоземельных сплавах $\text{Mn}-\text{Al}-\text{X}$ ($\text{Ga}, \text{C}, \text{Cu}$) для применения в электро-механических машинах» (исполнитель).

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Zhevnenko, Sergei. «Wetting and spreading of NiTi melt on graphite and carbon felt.» Materials Chemistry and Physics 309 (2023): 128405;
2. Yudin, Sergey, Sergey Volodko, Dmitry Moskovskikh, Ivan Alimov, Alexander Guryanov, Sergey Zhevnenko, Huifen Guo et al. «Fabrication of high-entropy carbide ceramics $(\text{Ti}, \text{Zr}, \text{Hf}, \text{Nb}, \text{Ta})\text{C}$ through low-temperature calcium-hydride

- reduction of oxides.» Journal of the European Ceramic Society 43, no. 12 (2023): 5108–5116;
3. Protsenko, P. V., M. V. Gorshenkov, S. N. Zhevnenko, and V. V. Korolev. «Wetting and spreading of Pb, Pb–Cu, and Ag–Cu melts on a polycrystalline copper surface with cobalt particles.» Journal of Alloys and Compounds 948 (2023): 169785;
 4. Gorshenkov, M.V., and S.N. Zhevnenko. «Synthesis of nano-plates of Cr₂GaC MAX-phase under capillarity spreading Ga on Cr surface assisted by H₂–CH₄ microwave plasma.» Ceramics International (2024);
 5. С.Н. Жевненко, М.В. Горшенков «КАПИЛЛЯРНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ РАСПЛАВА МЕДИ С ПЛОТНОЙ И ПОРИСТОЙ MAX-ФАЗОЙ (Cr,Mn)₂AlC», Физика металлов и металловедение, 2024, т. 125, № 2;
 6. Н.Е. Капуткина, Управление свойствами полупроводниковых гетероструктур ИМД11-наноструктур с помощью внешних полей, с. 54–55 в Материалы во внешних полях: труды XII Международного онлайн-симпозиума / под ред. В.Е. Громова, Сибирский государственный индустриальный университет. – Новокузнецк: Издательский центр СибГИУ, 2023. – 152 с.;
 7. Капуткина Н.Е., Алтайский М.В. КВАНТОВЫЕ ТОЧКИ И СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ С. 82–83 в Проблемы физики твердого тела и высоких давлений: Тезисы XXII Всероссийской конференции, г. Сочи, пансионат «Буревестник», 24 сентября – 3 октября 2023 г. – Москва – Сочи: Изд-во ФИАН, 2023. – 162 с. ISBN 978-5-00202-364-6;
 8. Razumovsky, M.I., Bokstein, B.S., Rodin, A.O., Khvan, A.V. Interdiffusion in Refractory Metal System with a BCC Lattice: Ti/TiZrHfNbTaMo Entropy, 2023, 25(3), 490;
 9. Churyukanova, M., Stepashkin, A., Sarakueva, A., ... Petrov, V., Gudoshnikov, S. Application of Ferromagnetic Microwires as Temperature Sensors in Measurements of Thermal Conductivity. Metals, 2023, 13(1), 109;
 10. Chukov, D.I., Tcherdyntsev, V.V., Stepashkin, A.A., Zadorozhnyy, M.Y. Structure, Thermal, and Mechanical Behavior of the Polysulfone Solution Impregnated Unidirectional Carbon Fiber Yarns Polymers, 2023, 15(23), 4601.

НОУ-ХАУ

Способ получения композиционного материала на основе алюминиевой бронзы упрочненного

карбидами хрома, авторы Жевненко С.Н., Горшенков М.В.

Доклады

Н.Е. Капуткина, Пленарный доклад «Термодинамические ограничения квантовых вычислительных систем» Всемирный конгресс ТЕОРИЯ СИСТЕМ,

АЛГЕБРАИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ, ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРИЛОЖЕНИЯ, 26–30 июня 2023 г., Москва, Россия.

Контактная информация

Салимон Алексей Игоревич, заведующий кафедрой, канд. физ.-мат. наук
тел.: +7 (495) 638-87-38

Ленинский проспект, д. 6, корпус «А», ауд. А-234,

КАФЕДРА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОСИСТЕМ И ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ МАТЕРИАЛОВ



**Кузнецов Денис Валерьевич,
заведующий кафедрой,
канд. техн. наук**

Научно-исследовательская деятельность кафедры ФНСиВТМ направлена на решение теоретических и прикладных задач в области синтеза и исследований новых типов материалов, адаптации этих материалов под современные технологии, исследования взаимосвязи физикохимических свойств материалов и их эксплуатационных параметров.

Коллектив Кафедры специализируется на разработках в области новых технологий получения и применения дисперсных материалов, в том числе:

- высокотемпературные материалы (сверхтвердые материалы на основе алмаза и карбида бора, оксидная керамика, высокотемпературные термоэлектрики, наноструктурные микросферы, углеродные композиты, жаростойкие покрытия);
- технологии возобновляемой энергетики, безкремниевая солнечная энергетика, кавитационный рециклинг промышленных отходов (шламы, шлаки, пыли);
- дисперсные системы из наночастиц, нановолокон, квантовых точек, порошков металлов и керамики, полимеров и композитов, коллоиды, эмульсии, суспензии, мицелярные системы;

- функциональные наноструктурные покрытия различных типов (износостойкие, жаростойкие, с новыми электрофизическими свойствами и другие), полученные газофазными методами, методами осаждения- конденсации, жидкофазными и золь-гель технологиями;
- биоаналитические системы на основе наночастиц полупроводников и благородных металлов для повышения продолжительности и качества жизни.

В 2023 году повышенное внимание уделялось развитию новых научных направлений. В частно-

сти, активно развивались исследования, связанные в вопросами рециклинга металлургических отходов – шлаков, шламов, пылей, а также снижению выбросов углекислого газа промышленными предприятиями. Разрабатывались новые биоаналитические системы на основе углеродных квантовых точек для использования в экологическом мониторинге. Получили развитие работы, связанные с синтезом и исследованиям свойств двумерных «постграфеновых» наноматериалов – максенов (MXenes) и углеродных вертикально ориентированных нанотрубок. Были начаты работы по созданию методик тестирования порошков тантала, предназначенных для использования в электротехнических устройствах.

Основные научные направления деятельности кафедры

- Технологии синтеза двумерных наноматериалов (максенов), наночастиц (квантовых точек) и нанокомпозитов для функциональных применений;
- Электродные материалы на основе полых никелевых микросфер для термоэлектрохимических преобразователей низкотемпературного тепла в электроэнергию;
- CVD методы создания функциональных покрытий;
- Новые типы термоэлектриков и перовскитных фотопреобразователей;
- Сверхтвердые материалы на основе кубического нитрида бора и поликристаллических алмазов;
- Технологии рециклинга дисперсных металлургических отходов.

Кадровый потенциал подразделения

Коллектив кафедры состоит из 8 профессоров, 7 доцентов, 3 старших преподавателей, 3 ассистентов, 20 инженеров различной квалификации,

3 экспертов научных проектов, 10 сотрудников учебно-вспомогательного персонала и 23 аспирантов.

В число сотрудников кафедры входят несколько признанных специалистов в области материаловедения и технологий материалов:

- проф., д.т.н. Блинков Игорь Викторович (функциональные наноструктурные PVD покрытия);
- проф., д.т.н. Лёвина Вера Васильевна (синтез наноразмерных материалов химическими методами);
- мдоц., к.т.н. Полушкин Николай Иванович (сверхтвёрдые материалы);
- проф., д.т.н. Филонов Михаил Рудольфович (аморфные и микрокристаллические материалы, конструкционные медицинские материалы);
- проф., д.ф.-м.н. Ховайло Владимир Васильевич (термоэлектрические и магнитные материалы на основе сплавов Гейслера);
- проф., д.т.н. Дзидзигури Элла Леонтьевна (наноматериалы, рентгеновские исследования);
- проф., д.т.н. Конюхов Юрий Владимирович (рециклир отходов металлургии, получение металлических нанопорошков);

- доц., к.ф.-м.н. Карпенков Дмитрий Юрьевич (магнитные материалы).

Выполнен ряд хоздоговорных работ, связанных с разработкой технологий использования промышленных отходов: «Разработка энергоэффективной технологии производства легких пористых заполнителей для бетонов с использованием огненно-жидких шлаков доменного производства ПАО «Северсталь», «Разработка основ производства новых видов продукции по технологии синтетического каменного литья (СКЛ) на основе жидкого доменного шлака»; «Разработка технологии производства комплексного Ca-Si-Al ферросплава из огненно-жидкого доменного шлака ПАО «Северсталь», «Разработка технологии получения высокоэффективных комплексных минеральных удобрений на основе побочных продуктов производств ПАО «Северсталь». Начаты работы в рамках Государственного контракта на выполнение опытно-конструкторской работы «Разработка технологии и постановка на производство низкозарядного агломерированного и сферического порошков тантала конденсаторного класса».

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Gorokhovsky, A. V., Yurkov, G. Y., Burmistrov, I. N., Villalpando-Reyna, A. F., Kuznetsov, D. V., Gusev, A. A., ... & Kiselev, N. V. (2023). Glass-Ceramic Protective Coatings Based on Metallurgical Slag. Coatings, 13(2), 269. (Q2, IF = 3.4);
2. Tatarskiy, V. V., Zakharova, O. V., Baranchikov, P. A., Muratov, D. S., Kuznetsov, D. V., & Gusev, A. A. (2023). Graphene Oxide Nanosurface Reduces Apoptotic Death of HCT116 Colon Carcinoma Cells Induced by Zirconium Trisulfide Nanoribbons. International Journal of Molecular Sciences, 24(3), 2783. (Q1, IF = 5.6);
3. Yakusheva, A., Aly-Eldeen, M., Gusev, A., Zakharova, O., & Kuznetsov, D. (2023). Cyan Fluorescent Carbon Quantum Dots with Amino Derivatives for the Visual Detection of Copper (II) Cations in Sea Water. Nanomaterials, 13(6), 1004. (Q1, IF = 5.3);
4. Burmistrov, I., Kiselev, N., Khaydarov, T., Khaydarov, B., Kolesnikov, E., Ovchinnikov, V., ... & Offor, P. O. (2023). Composite High-k Films Based on Polyethylene Filled with Electric Arc Furnace Dust and MWCNT with Permittivity Synergetic Effect. Coatings, 13(4), 672. (Q2, IF = 3.4);
5. Gorokhovsky, A., Burmistrov, I., Kuznetsov, D., Gusev, A., Khaydarov, B., Kiselev, N., ... & Prokopovich, K. (2023). Structural Features and Water Resistance of Glass – Matrix Composites in a System of RNO₃-KHSO₄-P2O₅ Containing Different Additives. Micromachines, 14(4), 851. (Q2, IF = 3.4);
6. Muthumari, M., Manjula, M., Veluswamy, P., & Kuznetsov, D. V. (2023). First principles calculations to investigate structural, electronic, mechanical, thermoelectric and optical properties of Bi-and Se-doped SnTe. Journal of Physics and Chemistry of Solids, 176, 111232. (Q2, IF = 4.0);
7. Zakharova, O. V., Belova, V. V., Baranchikov, P. A., Kostyakova, A. A., Muratov, D. S., Grigoriev, G. V., ... & Gusev, A. A. (2023). The Conditions Matter: The Toxicity of Titanium Trisulfide Nanoribbons to Bacteria *E. coli* Changes Dramatically Depending on the Chemical Environment and the Storage Time. International Journal of Molecular Sciences, 24(9), 8299. (Q1, IF = 5.6);
8. Gorokhovsky, A., Burmistrov, I., Kuznetsov, D., Gusev, A., Khaidarov, B., Kiselev, N., ... & Kravchenko, M. (2023). Structure and Properties of the Xerogels Based on Potassium Silicate Liquid Glass and Urea. Molecules, 28(14), 5466. . (Q1, IF = 4.6);
9. Suvorov, D. S., Khaidarov, B. B., Lysov, D. V., Khaidarov, T. B., & Kuznetsov, D. V. (2023). Effect of Adding Nanosize SiO₂ on Physicomechanical Properties and Durability of a Refractory Component Industrial Batch. Refractories and Industrial Ceramics, 63(5), 522–526. (Q3, IF = 0.5);

10. Burmistrov I., Khaydarov B., Suvorov D.,
Khaydarov T., Volokhov S., Kovalev V., Metelkin D.,
Lysov D., Kuznetsov D. Influence of Added Silicon

Oxide on Properties of Slag-based Synthetic Stone
Casting Products. Ecology and Industry of Russia.
2023;27(7):24–29. (Q3).

Контактная информация

Кузнецов Денис Валерьевич, заведующий кафедрой

тел.: +7 (499) 237-22-26,

e-mail: dk@misis.ru

ЛАБОРАТОРИЯ «МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАГНИТНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ»



**Щетинин Игорь Викторович,
заведующий лабораторией,
канд. техн. наук**

Лаборатория «Многофункциональные магнитные наноматериалы» создана в 2020 году при кафедре физического материаловедения в рамках реализации государственного задания НИТУ МИСИС по теме «Многофункциональные магнитные наноразмерные иnanoструктурированные материалы для использования в высокотехнологичных отраслях экономики».

Основные научные направления деятельности лаборатории

- фундаментальные исследования в рамках научного направления, нацеленного на разработку новых наноразмерных и nanoструктурированных магнитных материалов на основе магнитотвердых фаз, в том числе функционализированных;
- разработка лабораторных технологий получения таких материалов для их применения в высокотехнологичных секторах экономики, включая биомедицину, аэрокосмический комплекс, микро- и наноэлектронику.

Сотрудники лаборатории принимают активное участие в: повышении качества и обеспечении подготовки бакалавров, магистров и аспирантов НИТУ МИСИС; обучении, переподготовке и повышение квалификации специалистов научно-исследо-

довательских и производственных организаций; повышении качества научно-исследовательской деятельности в кооперации с организациями-партнерами и другими структурными единицами НИТУ МИСИС.

Кадровый потенциал подразделения

В работе лаборатории участвуют 2 ведущих научных сотрудника: д-р физ.-мат. наук Попов М.Ю., д-р физ.-мат. Наук Ховайло В.В., 2 старших научных сотрудника, 1 научный сотрудник, 4 младших научных сотрудника и 6 инженеров и лаборантов. Количество докторов наук – 2, кандидатов наук – 7. Доля молодых сотрудников составляет 80 %.

10 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Результаты деятельности

В рамках выполнения проекта РНФ «Многофункциональные магнитные наноматериалы на основе оксидных систем для применения в биомедицине» разработан масштабируемый метод синтеза наночастиц феррита кобальта $Fe_{3-x}Co_xO_4$ со структурой обращенной шпинели методом мокрого высокоэнергетического измельчения для применения в гипертермии. Проведены комплексные исследования структуры и магнитных свойств синтезированных материалов, включая исследования катионного замещения методом нейтронной дифракции с привлечением установки класса мегасайнс ИР-8 (нейтронный исследовательский реактор, НИЦ «Курчатовский институт»). Показано, что высоко-

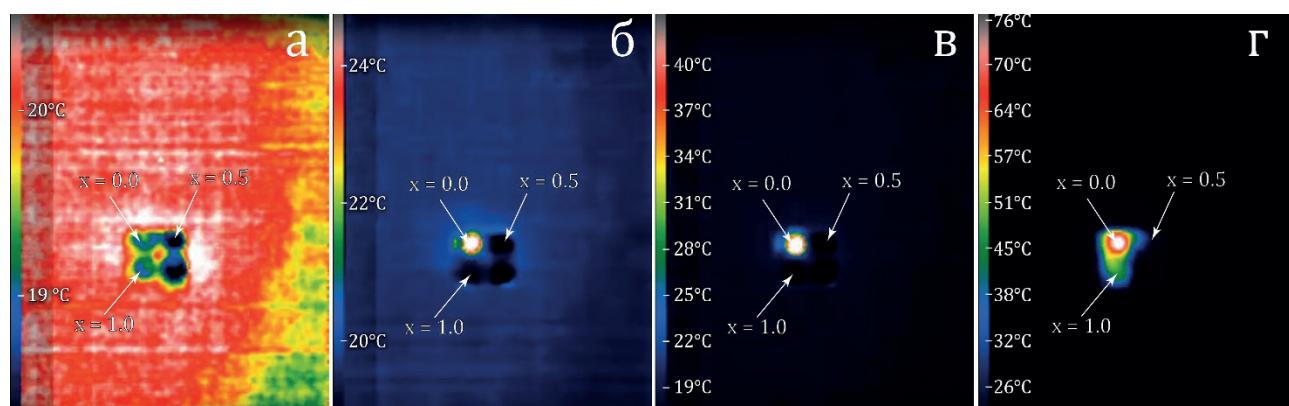
энергетический мокрый помол смеси железа и кобальта в присутствии ПАВ приводит к образованию наночастиц феррита кобальта $Fe_{3-x}Co_xO_4$ со структурой обращенной шпинели и размерами 10–60 нм. Добавки кобальта ($x = 0,5$ и $x = 1,0$) приводят увеличению коэрцитивной силы образцов с 12 ± 2 кА/м ($x = 0$) до $38,8 \pm 1,0$ кА/м ($x = 0,5$), при этом наблюдается снижение намагниченности с 101 ± 1 А·м²/кг ($x = 0$) до 83 ± 1 А·м²/кг ($x = 1,0$). Рост коэрцитивной силы обусловлен, прежде всего, увеличением константы магнитокристаллической анизотропии. Проведены исследования параметров удельной мощности потерь (SLP) и собственной мощности потерь (ILP). Показано, что значения параметров SLP и ILP опре-

деляются прежде всего соотношением коэрцитивной силы образцов и амплитуды переменного поля. В случае образцов $x = 0,5$ и $1,0$ значения коэрцитивной силы превышает значение амплитуды переменного поля, поэтому перемагничивание образцов

происходит по частной петле гистерезиса, которая обладает меньшей площадью, что и снижает потери на перемагничивание. В связи с этим максимальное значение параметра SLP было достигнуто на образце $x = 0$ и составило 164 Вт/г.

Результат измерения магнитной гипертермии (эффекта нагрева наночастиц в переменном магнитном поле) образцов $\text{Fe}_{3-x}\text{Co}_x\text{O}_4$

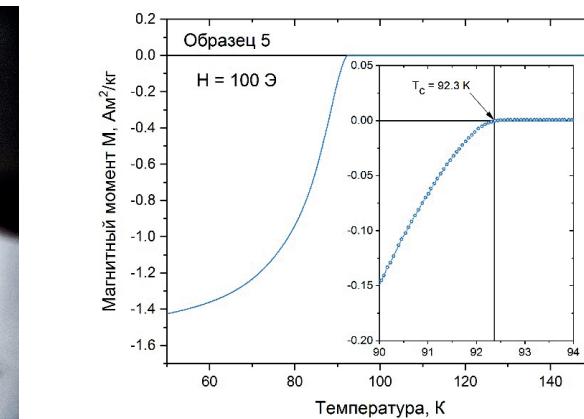
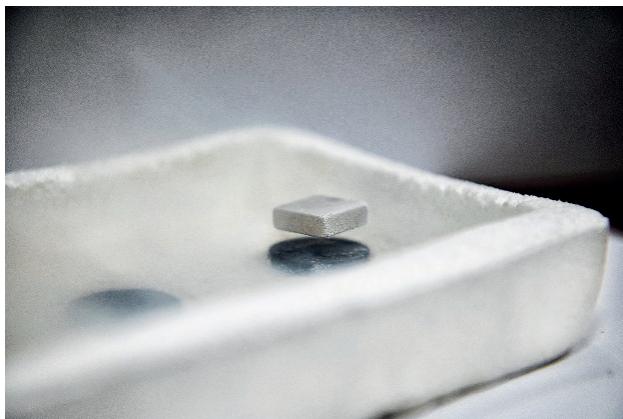
Образец (x)	Время нагрева, с	f , кГц	H , кА/м	$T_{\text{нач.}}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{конца}}, ^\circ\text{C}$	SLP, Вт/г	ILP, нГн·м ² /кг
Fe_3O_4 ($x = 0$)	42	261	20	21	84	164	1,0054
$\text{Fe}_{2,5}\text{Co}_{0,5}\text{O}_4$ $x = 0,5$	42	261	20	21	-	-	-
Fe_2CoO_4 $x = 1,0$	42	261	20	21	47	68	-



Изменение температуры образцов при внесении во внешнее поле через 0 с (а), 15 с (б), 20 с (в), 40 с (г)

Предложен метод синтеза зародышей и наночастиц ферритов $\text{MnFe}_{3-x}\text{O}_4$ контролируемого размера (в размерном диапазоне от 10 до 21 нм) и состава ($\text{Mn}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ при $x = 0,00, 0,25, 0,50, 0,75, 1,00$, где x – Mn или Zn) методом термического разложения в полиольной среде. Методом динамического рассеяния света изучены закономерности изменения размеров наночастиц ферритов, а также исследованы магнитные гистерезисные свойства полученных ферритов на различных стадиях синтеза. Установлено, что по мере увеличения содержания Zn или Mn, удельная намагниченность насыщения падает. Исследован эффект магнитной гипертермии для полученных образцов ферритов. Установлено, что по мере увеличения содержания марганца или цинка удельный коэффициент поглощения (SLP) понижается. Например, для Fe_3O_4 SLP = 46,6 Вт/г, а для марганцевого феррита состава MnFe_2O_4 SLP = 25,9 Вт/г). С увеличением времени введения и, следовательно, среднего размера наночастиц, SLP имеет тенденцию к увеличению.

В рамках выполнение хоздоговорной НИР по теме «Контроль фазового состава и сверхпроводящего состояния порошковых композиций на основе системы Y-Va-Cu-O для технологий 3d-печати и порошковой металлургии» химическим (золь-гель) методом получены образцы сверхпроводящих материалов системы Y-Va-Cu-O. Проведены комплексные исследования процессов, протекающих в процессе синтеза материалов. На основе литературных данных построена зависимость степени тетрагональности фазы $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ от недостатка по кислороду (δ) и предложен метод определения степени недостатка по кислороду по данным рентгеноструктурного анализа. На основе комплексных исследований и предложенного метода определения недостатка по кислороду (δ) определены режимы термической обработки и получены лабораторные образцы с температурой перехода в сверхпроводящее состояние $T \approx 92$ К.



а

б

Эффект левитации постоянного магнита над сверхпроводником, охлажденного до температуры жидкого азота (77 К)

В рамках выполнения проекта РНФ «Дизайн гомо- и гетеромерных магнитных наночепочек из ферритных наночастиц для магнитной гипертермии, магнитомеханического воздействия и МРТ» были получены образцы феррита кобальта и магнетита методом введения прекурсоров в среду с зародышами. Выявлено, что на ранних временах синтеза формируются наночастицы, по морфологии близкие к равноосным и слабоограненные. С увеличением времени введения ограненность увеличивается, а в случае с ферритом кобальта и оксидом железа при меньших температурах синтеза (225 °C) наблюдается образование поликристаллических структур. Этот процесс, видимо, связан со вторичным зародышеобразованием во время введения раствора $\text{Fe}(\text{acac})_3$ (и $\text{Co}(\text{acac})_2$), а вторичные зародыши адсор-

бируются на поверхности растущих наночастиц из-за отсутствия сильного поверхностного стабилизатора. Данный эффект менее выражен с повышением температуры синтеза. Для образца оксида железа, полученного при 265 °C, средний размер достигает 20–25 нм по данным просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ), а размер кристаллитов при этом составляет 18–19 нм. У образцов, полученных при меньших температурах, размер кристаллитов существенно меньше. Также посредством ПЭМ было выявлено, что по достижении наночастицами размера ~20 нм наблюдается образование магнитных наночепочек, которые при дальнейшем введении раствора Fe (и Co) формируют стабильные структуры из-за дальнейшего роста феррита на их поверхности.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

- Vasileva E. S., Bordyuzhin I. G., Nizamov T. R. et al. Synthesis, structure and properties of nanoparticles based on $\text{SrFe}_{12-x}\text{R}_x\text{O}_{19}$ ($\text{R} = \text{Er}, \text{Tm}$) compounds (2023) Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 585. DOI: 10.1016/j.jmmm.2023.171127;
- Nikolenko P. I., Nizamov T. R., Bordyuzhin I. G. et al. Structure and Magnetic Properties of $\text{SrFe}_{12-x}\text{In}_x\text{O}_{19}$ Compounds for Magnetic Hyperthermia Applications (2023) Materials, 16 (1). DOI: 10.3390/ma16010347;
- Nizamov T. R., Iliasov A. R., Vodopyanov S. S. et al. Study of Cytotoxicity and Internalization of Redox-
- Responsive Iron Oxide Nanoparticles on PC-3 and 4T1 Cancer Cell Lines (2023) Pharmaceutics, 15 (1). DOI: 10.3390/pharmaceutics15010127;
- Nizamov T. R., Amirov A. A., Kuznetsova T. O. et al. Synthesis and Functional Characterization of $\text{Co}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4\text{-BaTiO}_3$ Magnetoelectric Nanocomposites for Biomedical Applications (2023) Nanomaterials, 13 (5). DOI: 10.3390/nano13050811.

По результатам работы лаборатории в 2023 году опубликовано 16 статей, 7 из которых в журналах Q1.

Награды и достижения

Аспирант лаборатории Чернышев Б.Д. стал победителем конкурса «Человек года Росатома – 2023» в номинации «Восходящая звезда».

Инженер-исследователь лаборатории ММН Николенко П.И. получила Грант от Фонда содействия инновациям в рамках конкурса «Студенческий

стартап» по теме «Разработка технологии создания агентов для магнитной гипертермии на основе ле-

гированных гексаферритов с управляемыми магнитными свойствами».

Контактная информация

Щетинин Игорь Викторович, заведующий лабораторией, канд. техн. наук

тел.: +7 (495) 955-01-29,

e-mail: ingvar@misis.ru.

ЛАБОРАТОРИЯ ФИЗИКИ ОКСИДНЫХ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКОВ



**Киселев Дмитрий
Александрович,
заведующий лабораторией,
канд. физ.-мат. наук**

Лаборатория Физики оксидных сегнетоэлектриков создана в 2020 году в рамках выполнения государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ. Основной задачей лаборатории является получение новых магнитоэлектрических композитных материалов на основе оксидных сегнетоэлектриков с упорядоченной доменной структурой, а также исследование свойств таких материалов и создание приборов и устройств на их основе.

Основные научные направления деятельности лаборатории

- разработка численных методов расчета магнитоэлектрических параметров слоистых композитных магнитоэлектриков;
- исследование влияния доменной структуры сегнетоэлектрической фазы на свойства магнитоэлектрических композитов;
- синтез и изучение тонких пленок бессвинцовых сегнетоэлектриков (в том числе нанокристаллических), разработка методов управления доменной структурой таких пленок с целью повышения магнитоэлектрических свойств композитов на их основе;
- исследование сегнетоэлектрических и магнитоэлектрических наноразмерных кластеров в композитах на основе аморфных материалов, устойчивых к внедрению лигатуры в больших концентрациях;
- исследование статической доменной структуры, эффектов локального переключения поляризации, измерение пьезоэлектрических характеристик бессвинцовых сегнетоэлектрических керамик, в том числе на основе ниобата калия-натрия ($K_{0.5}Na_{0.5}NbO_3$) титаната натрия-висмута ($Na_{0.5}Bi_{0.5}TiO_3$) и цирконата титаната бария ($Ba(Zr,Ti)O_3$) методами сканирующей зондовой микроскопии;
- создание функциональных элементов для датчиков сверхслабых магнитных полей, индуцируемых токами, протекающими в нейронах живых организмов (в частности, в сердце и центральной нервной системе), в неинвазивной диагностике.

Кадровый потенциал подразделения

16 научных сотрудников, из них 8 кандидатов наук; 1 ведущий инженер научного проекта (канд. физ.-мат. наук); 1 инженер научного проекта; 1 ведущий эксперт научного проекта (д-р физ.-мат. наук); 2 эксперта научного проекта (канд. техн. наук / канд. физ.-мат. наук).

35 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

1. Разработана методика анализа керамик на основе $K_xNa_{1-x}NbO_3$ (KNN) методом РФЭС. Установлено два неэквивалентных по химическому состоянию ионов калия: катионы K^+ в решетке KNN и катионы K^+ в полиниобатной фазе. Концентрация K^+ в полиниобатной фазе представляет высокочувствительный индикатор сегнетоэлектрических свойств;
2. Проведены комплексные исследования электрофизических свойств сегнетоэлектрических заряженных доменных стенок с углом наклона, близким к 90° относительно оптической оси, в химически восстановленных бидоменных кристаллах ниобата лития. В восстановленных монокристаллах $LiNbO_3$ повышение концентрации носителей заряда под действием высокой

- напряжённости электрического поля зонда атомно-силового микроскопа приводит к реализации механизма проводимости током, ограниченным пространственным зарядом. Заряженные доменные стенки типа «голова-к-голове» проявляют эффект резистивного переключения, заключающийся в изменении тока, протекающего через границу после приложения импульса электрического напряжения от зонда атомно-силового микроскопа, и являющийся следствием локального изменения эффективной длины и типа заряженной доменной стенки. Электропроводность заряженной доменной стенки типа «голова-к-голове» уменьшается со временем (до ~10 раз за три месяца), что может быть объяснено формированием в области стенки связанных биполяронов, не участвующих в проводимости. Полученные результаты имеют фундаментальное и технологическое значение для создания устройств, использующих свойства доменных стенок и находящихся на стыке оптики, электроники и механики;
3. Отработаны технологические параметры синтеза беспримесных кремний-углеродных пленок (КУП) методом плазмохимического осаждения с индукционным ассистированием. Получены оптимальные температуры подложекодержателя (200°C) и резервуара с прекурсором (-350°C), при которых осаждаемые пленки имеют минимальное количество дефектов и максимальную скорость роста. Исследованы вольт-амперные характеристики структур на основе КУП с кроссбарными металлическими электродами из титана. Показано, что электрический пробой в изучаемом материале не происходит вплоть до напряженностей $70 \cdot 10^6 \text{ В/см}$;
 4. Методом зонда Кельвина измерены значения поверхностных потенциалов с двух сторон пленок поливинилиденфторида и его сополимеров с тетрафторэтиленом и гексафторпропиленом. Микроструктура цепей в поверхности с этих сторон оценивалась методом ATR ИК спектроскопии. Обнаружено, что отмеченные поверхностные потенциалы в изученных пленках различались. Одновременно с этим из данных ИК спектроскопии следует, что микроструктура цепей на обеих сторонах пленок также различается. Сделан вывод, что формирование поверхностного потенциала в самополяризованных сегнетоэлектрических полимерах контролируется микроструктурой поверхностного слоя. Высказаны соображения о причинах формирования разной микроструктуры на обеих сторонах пленок исходя из общих закономерностей формирования структуры в гибкоцепных кристаллизующихся полимерах;
 5. Представлены данные по макроскопической поляризации пленок сополимера винилен-денторида с тетрафторэтиленом, полученные на модифицированной установке, собранной по схеме Сойера-Тауэра. Кинетика процесса поляризации анализировалась с учетом вклада как связанных зарядов, так и квазисвободных (примесных). Показано, что при полях вблизи коэргитивных наблюдается «аномальное» снижение проводимости. Оно связывается с появлением глубоких ловушек примесных носителей заряда, образованных полярными плоскостями кристаллов β -фазы. Данные по проводимости, полученные из зарядового и токового отклика, различались. Сделан вывод, что в аморфной фазе присутствуют участки цепей, которые могут давать вклад в поляризацию при достаточно низких полях. Сопоставление средних размеров кристаллов β -фазы (кристаллов из ширины рефлекса рентгеновской дифракции) оказывается почти на два порядка меньше, чем размер домена, получаемого из силовой микроскопии пьезоотклика. Анализ диэлектрического отклика DC пленок до и после поляризации указывает на то, что по мере увеличения внешнего поляризующего поля в цепях сегнетоэлектрического полимера происходят конформационные превращения по типам $T3GT3G \rightarrow (-TT-)n$ и $TCTG \rightarrow (-TT-)n$, сопровождаемые повышением эффективного дипольного момента в цепях аморфной фазы. Анализ данных ИК-спектроскопии, полученных в режимах пропускания и ATR, обнаруживает различие конформационных состояний цепей в объеме и поверхности пленки;
 6. Методом твердофазного синтеза получены однофазные керамические образцы новых составов $(1 - x - y)(\text{Na}_{0.05}\text{Bi}_{0.05})\text{TiO}_{3-x}\text{BaTiO}_{3-y}(\text{K}_{0.05}\text{Na}_{0.05})\text{NbO}_3$ ($x = 0.05$, $y = 0 - 0.15$), модифицированные добавками оксидов ZnO и GeO_2 , и изучены их кристаллическая структура, микроструктура, диэлектрические и локальные пьезоэлектрические свойства. Установлено формирование фазы со структурой перовскита с псевдокубической элементарной ячейкой во всех синтезированных образцах и увеличение объема ячейки в результате частичного комплексного замещения катионов структуры перовскита. Выявлено, что введение сверхстехиометрических добавок оксидов ZnO и GeO_2 интенсифицирует процесс фазообразования, способствует уплотнению керамики и снижению температуры спекания. Результаты исследования полученных образцов и их измерения методами диэлектрической спектроскопии и силовой микроскопии пьезоотклика подтверждают перспективы использования модифицированных материалов на основе титаната натрия-висмута для разработки новых эффективных бессвинцовых материалов с пьезоэлектрическими свойствами.

Подготовка специалистов высшей квалификации

- Кислюк Александр Михайлович – «Электрофизические свойства заряженных доменных стенок в восстановленном ниобате лития». Дата защиты: 29.09.2023 г. Специальность: 1.3.8 – Физика конденсированного состояния. (Научный руководитель – Малинкович М.Д.);
- Ильина Татьяна Сергеевна – «Состав, структура и сегнетоэлектрические свойства керамик на основе KNN». Дата защиты: 18.12.2023 г. Специальность: 1.3.8 – Физика конденсированного состояния. (Научный руководитель – Киселев Д.А.).

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. D. Agarkov, M. Borik, E. Buzaeva, G. Koraleva, A. Kulebyakin, I. Kuritsyna, N. Larina, V. Kyashkin, E. Lomonova, F. Milovich, V. Myzina, P. Ryabochkina, N. Tabachkova, D. Zakharov. Structure and Physical Properties of Ceramic Materials Based on ZrO₂-Sc₂O₃ for SOFC Electrolytic Membranes Obtained from Powders of Melted Solid Solutions with a Similar Composition // Membranes (Basel) 13 (2023) 717. <https://doi.org/10.3390/membranes13080717>;
2. L. Y. Fetisov, M. V. Dzhaparidze, D. V. Savelev, D. A. Burdin, A. V. Turutin, V. V. Kuts, F. O. Milovich, A. A. Temirov, Y. N. Parkhomenko, Y. K. Fetisov. Magnetolectric Effect in Amorphous Ferromagnetic FeCoSiB/Langatate Monolithic Heterostructure for Magnetic Field Sensing // Sensors 23 (2023) 4523. <https://doi.org/10.3390/s23094523>;
3. T. S. Ilina, E. A. Skryleva, A. Y. Ermakov, T. A. Sviridova, F. O. Milovich, B. R. Senatulin, A. M. Kislyuk, E. D. Politova, G. M. Kaleva, D. A. Kiselev, Y. N. Parkhomenko. Structural and compositional indicators of ferroelectric properties of KNN ceramics // Ceram. Int. 49 (2023) 36206–36217. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2023.08.301>;
4. V. V. Kochervinskii, E. L. Buryanskaya, M. O. Makeev, P. A. Mikhalev, D. A. Kiselev, T. S. Ilina, B. V. Lokshin, A. I. Zvyagina, G. A. Kirakosyan. Effect of Composition and Surface Microstructure in Self-Polarized Ferroelectric Polymer Films on the Magnitude of the Surface Potential // Nanomaterials 13 (2023) 2851. <https://doi.org/10.3390/nano13212851>;
5. G. M. Kaleva, E. D. Politova, A. V. Mosunov, S. Y. Stefanovich, T. S. Ilina, D. A. Kiselev, N. V. Sadovskaya. Structure, Microstructure, and Properties of Modified Ceramics (Na_{0.5}Bi_{0.5})TiO₃ – BaTiO₃ – (K_{0.5}Na_{0.5})NbO₃ // Russ. J. Phys. Chem. A. 97 (2023) 965–970. <https://doi.org/10.1134/S0036024423050126>;
6. V. V. Kochervinskii, E. L. Buryanskaya, A. S. Osipkov, D. S. Ryzhenko, D. A. Kiselev, B. V. Lokshin, A. I. Zvyagina, G. A. Kirakosyan. The Domain and Structural Characteristics of Ferroelectric Copolymers Based on Vinylidene Fluoride Copolymer with Tetrafluoroethylene Composition (94/6) // Polymers (Basel). 16 (2024) 233. <https://doi.org/10.3390/polym16020233>;
7. I. S. Filimonenkov, S. A. Urvanov, N. V. Kazennov, A. R. Karaeva, E. A. Skryleva, I. G. Solomonik, N. I. Batova, D. Zh. Kurzhumbaev, G. A. Tsirlina, V. Z. Mordkovich. Wet oxidative functionalization of carbon nanotube cloth to boost its performance as a flexible supercapacitor electrode // Electrochimica Acta 437 (2023) 141501. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2022.141501>;
8. G. M. Kaleva, E. D. Politova, A. V. Mosunov, T. S. Ilina, D. A. Kiselev. Peculiarities of Modified Ceramics (Na_{0.5}Bi_{0.5})TiO₃ – BaTiO₃ – (K_{0.5}Na_{0.5})NbO₃ // Russ. J. Phys. Chem. A. 97 (2023) 965–970. <https://doi.org/10.1134/S0036024423050126>;
9. K. M. Kuruvila, V. V. Shvartsman, M. Hotari, D. A. Kiselev, N. V. Giridharan. Investigation on degree of non-ergodicity and local piezoelectric properties in Na_{0.5}Bi_{0.5}TiO₃ – BiFeO₃ – PbTiO₃ system // J. Appl. Phys. 133 (2023) 224101. <https://doi.org/10.1063/5.0145240>;
10. M. V. Yarmolich, N. A. Kalanda, A. V. Petrov, D. A. Kiselev, N. A. Bosak. Magnetic properties of Sr_{1.5}La_{0.5}FeMoO₆-δ depending on the phase composition of the reaction mixture, Mod. Electron. Mater. 9 (2023) 169–176. <https://doi.org/10.3897/j.moem.9.4.116107>.

Основные научно-технические показатели

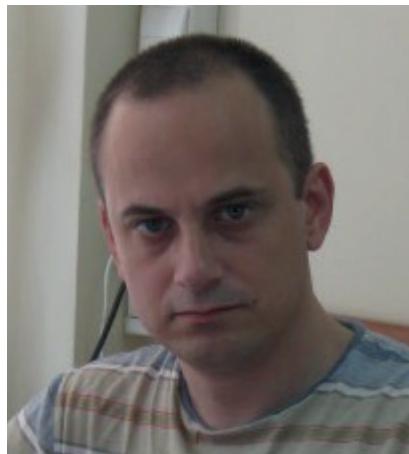
- количество статей в Web of Science и Scopus: 15 (Q1/Q2 – 5);
- количество выступлений на российских национальных и международных конференциях: 4.

Контактная информация

**Киселев Дмитрий Александрович, заведующий лабораторией, PhD,
кандидат физико-математических наук**

**Тел.: +7 (495) 955-01-51,
e-mail: dm.kiselev@misis.ru**

ЛАБОРАТОРИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ



**Чердынцев Виктор
Викторович,
заведующий лабораторией,
канд. физ.-мат. наук**

Научно-исследовательская деятельность лаборатории направлена на разработку новых высоконаполненных полимерных композитов с повышенными теплопроводящими и прочностными характеристиками. Лаборатория создана приказом № 1776 о.в. от 18.06.2020 г.

Общим направлением деятельности лаборатории является установление фундаментальных закономерностей структурообразования, обеспечивающих получение высоконаполненных полимерных композитов с повышенными теплопроводящими и прочностными характеристиками.

В рамках общего направления проводятся исследования

- Влияния типа, содержания, морфологии наполнителей и режимов получения материала на теплопроводность и механические свойства высоконаполненных композитов на полимерной основе;
- Перколоционного порога содержания наполнителя в сложнонаполненном полимерном материале с различной морфологией наполнителя;
- Принципов формирования композитов, обеспечивающих оптимальное сочетание теплофизических и прочностных характеристик сетевых наноструктур наполнителя в полимерной матрице.

Кадровый потенциал подразделения

Кандидатов наук – 3 чел., аспирантов – 2 чел., инженерно-технических работников – 5 чел., магистрантов, задействованных в НИР – 6 чел.

17,4 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

1. Проект РНФ «Многоуровневое моделирование деформационного поведения углепластиков на основе суперконструкционных термопластов» – 7,0 млн.руб.;
2. Проект РНФ «Нейроморфное динамическое моделирование деформационного поведения композиционных материалов на основе термопластичных матриц» – 7,0 млн.руб.

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

1. Разработана уточненная математическая модель деформационного поведения однородного монослоя термопластичного препроя «углеродное волокно – полисульфон» при воздействии односторонних растягивающих нагрузок и в условиях сложнодеформированного состояния. Для построения уточненной модели деформационного поведения были рассмотрены особенности строения указанных материалов на микроуровне. Разработан программный комплекс, состоящий из набора модулей, написанных на языке Python для работы во взаимодействии с пакетом ABAQUS CAE, а также программных модулей на языке C++, обеспечивающих расчетную часть моделирования поведения исследуемых термопластиков.
- На шлифах исследована микроструктура поперечного сечения пропитанных нитей, показано, что внутри наряду с участками с совершенной структурой, присутствуют поры ориентированные вдоль направления вытяжки, области содержащие прослойки чистого полимера толщиной до 30 мкм, области, заполненные полимером, области с разреженным заполнением углеродными волокнами, на поверхности образцов может присутствовать прослойка

полимера толщиной до 20 мкм. Для образцов с малым содержанием дефектов удается достигнуть значений прочности 4,9–5,1 ГПа и модуля упругости 240 ГПа, что соответствует полной реализации спортивных значений прочности и модуля упругости.

С использованием полученных видео изображений с использованием алгоритма отслеживания изображения построены поля смещений точек на поверхности образцов микропластиков, проведен расчет полей деформаций с наложением полученных результатов на исходные изображения. Выявлено, что в интервале напряжений от 25 до 500 МПа в микропластиках происходит развитие деформаций, которые локализуются в областях длиной до 600 мкм и шириной 10–50 мкм в направлении приложения нагрузки;

2. Исследованы композиционные материалы на основе полисульфона, а именно, пропитанных раствором полимера углеродных нитей. В качестве матричного материала для получения композитов был выбран полисульфон марки Ultrason S 2010. Было показано, что использование растворов с концентрацией полимера 15 и 20 масс. % приводит к образованию дефектной структуры из-за недостаточной концентрации пропиточного раствора, в результате чего образуются области, обедненные полимером. Большое содержание растворителя в растворе приводит к образованию пористой структуры полимера в композите. Увеличение концентрации пропиточного раствора до 30–50 масс. % приводит к тому, что образуется однородная структура композитов, областей, обедненных полимером, практически не наблюдается, раствор полимера проникает во внутренний объем композита и формирует слои, толщи-

ной 3–4 мкм как между филаментами УВ, так и на внешнем диаметре углеродной нити;

3. Были проведены исследования влияния остаточного растворителя на структуру и свойства получаемых КМ. Показано, что полученные композиты после сушки при температуре 110 °C содержат 3–5 % остаточного растворителя, который оказывает существенное влияние на тепловое поведение полученных композитов, тогда как нагрев до 350 °C позволяет получать композиты с относительно высокими тепловыми и механическими свойствами;
4. Выполнена отработка режимов получения растворов полисульфона в н-метилпирролидоне с введенными и распределенными в них нанотрубками Изучена структура и свойства исходных и модифицированных углеродных нанотрубок Таунит-М. Показано, что при модификации происходит уменьшение насыпной плотности и плотности утряски порошков МУНТ. Между высотой осадка, скоростью оседания МУНТ в водных дисперсиях и насыпной плотностью, плотностью утряски существует корреляция, что позволяет рекомендовать метод оценки скорости оседания в дисперсиях в качестве экспресс метода оценки качества поверхностной обработки. С использованием ИК-Фурье спектроскопии исследованы образцы, содержащие нанотрубки, показано, что данный метод является малоинформационным и менее эффективным, чем оценка качества модификации по оседанию дисперсий нанотрубок. Изучена взаимосвязь между условиями и режимами модификации МУНТ и величиной их удельной поверхности. Показано, что поверхностная обработка улучшает распределение нанотрубок в полисульфоне.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. H. Mohammad, A. A. Stepashkin, A. I. Laptev, V. V. Tcherdyntsev. Mechanical and Conductive Behavior of Graphite Filled Polysulfone-Based Composites, *Applied Sciences* 13 (2023) 542, <https://doi.org/10.3390/app13010542>;
2. E. A. Danilov, M. Veretennikov, M. Dronova, T. Kalyakin, A. A. Stepashkin, V. V. Tcherdyntsev, V. Samoilov, Simple Route to Increase Electrical Conductivity and Optical Transmittance in Graphene/Silver Nanoparticles Hybrid Suspensions, *Applied Sciences* 13 (2023) 1922, <https://doi.org/10.3390/app13031922>;
3. A. A. Stepashkin, H. Mohammad, E. D. Makarova, Y. V. Odintsova, A. I. Laptev, V. V. Tcherdyntsev, Deformation Behavior of Single Carbon Fibers Impregnated with Polysulfone by Polymer Solution Method, *Polymers* 15 (2023) 570, <https://doi.org/10.3390/polym15030570>;
4. Y. V. Tertyshnaya, M. V. Podzorova, I. A. Varyan, V. V. Tcherdyntsev, M. Y. Zadorozhnyy, E. V. Medvedeva, Promising Agromaterials Based on Biodegradable Polymers: Poly(lactide) and Poly-3-Hydroxybutyrate, *Polymers* 15 (2023) 1029, <https://doi.org/10.3390/polym15041029>;
5. V. Tcherdyntsev, A. Rodin, The Algorithm to Predict the Grain Boundary Diffusion in Non-Dilute Metallic Systems, *Materials* 16 (2023) 1431, <https://doi.org/10.3390/ma16041431>;
6. V. V. Tcherdyntsev, Reinforced Polymer Composites III, *Polymers* 15 (2023) 2069, <https://doi.org/10.3390/polym15092069>;
7. E. A. Danilov, V. M. Samoilov, I. M. Kaplan, E. V. Medvedeva, A. A. Stepashkin, V. V. Tcherdyntsev, Excellent Thermal and Dielectric Properties of Hexagonal Boron Nitride/Phenolic Resin Bulk

- Composite Material for Heatsink Applications, J. Compos. Sci. 7 (2023) 291, <https://doi.org/10.3390/jcs7070291>;
8. I. A. Petrov, A. D. Shlyaptseva, A. P. Ryakhovsky, E. V. Medvedeva, V. V. Tcherdyntsev, Effect of Rubidium on Solidification Parameters, Structure and Operational Characteristics of Eutectic Al-Si Alloy, Metals 13 (2023) 1398, <https://doi.org/10.3390/met13081398>;
9. A. A. Stepashkin, S. Chavhan, S. V. Gromov, A. Khanna, V. V. Tcherdyntsev, D. Gupta, H. Mohammad, E. V. Medvedeva, N. Gupta, S. S. Alexandrova, ANN-based structure peciliaties evaluation of polymer composite reinforced with unidirectional carbon fiber, Alexandria Engineering Journal 82 (2023) 218–239, <https://doi.org/10.1016/j.aej.2023.09.062>;
10. D. I. Chukov, V. V. Tcherdyntsev, A. A. Stepashkin, M. Y. Zadorozhnyy, Structure, Thermal, and Mechanical Behavior of the Polysulfone Solution Impregnated Unidirectional Carbon Fiber Yarns, Polymers 15 (2023) 4601, <https://doi.org/10.3390/polym15234601>.

Основные научно-технические показатели

- в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 12;
- объектов интеллектуальной собственности, аттестованных методик – 1;
- выставок, на которых были представлены экспонаты или стенды научных разработок с участием сотрудников подразделения – 3;
- конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения – 7.

Контактная информация

Чердынцев Виктор Викторович, заведующий лабораторией,

канд. физ.-мат. наук

Тел.: +7 (495) 638-45-95,

e-mail: vvch@misis.ru

НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ И УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР АКУСТООПТИКИ



**Молчанов Владимир
Яковлевич, директор центра,
канд. физ.-мат. наук**

НТУЦ Акустооптики создан в 2000 г. В центре ведутся фундаментальные и прикладные исследования в области новых акустооптических материалов, нанотехнологии изготовления акустооптических устройств, оптического приборостроения. Основой деятельности центра является разработка и создание уникальных акустооптических приборов и систем на их основе, исследование и применение перспективных методов управления оптическим излучением. В Центре создана уникальная технологическая инфраструктура, позволяющая изготавливать акустооптические приборы, не имеющие зарубежных аналогов.

Основные научные направления деятельности центра

Разработка новых типов акустооптических приборов, гиперспектральный анализ изображений, управление фемтосекундным излучением, научное приборостроение:

- теоретические и экспериментальные исследования в области генерации объемных акустических волн в АО устройствах встречно-штыревыми структурами;
- исследования фазового управления спектральными и пространственными аппаратными функциями АО фильтров;
- адаптивные системы управления фемтосекундным лазерным излучением, в том числе создание ультракоротких импульсов специальной формы;
- оптические ловушки, в том числе для атомных чипов и для фемтосекундного излучения;
- когерентное сложение фемтосекундного лазерного излучения;
- новые материалы акустооптики и акустоэлектроники и приборы на их основе.

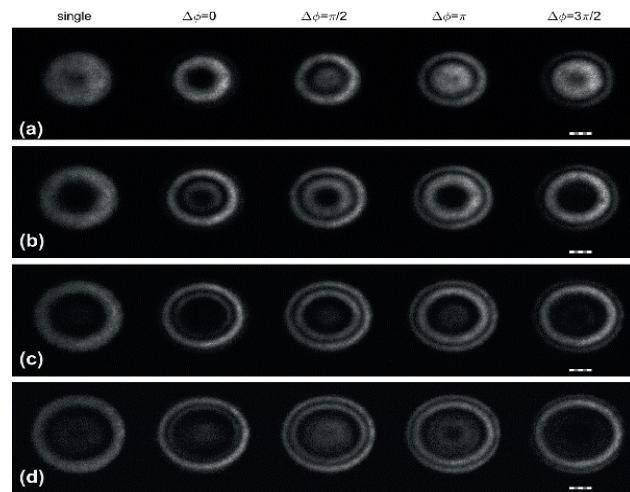
В коллективе НТУЦ Акустооптики работает 1 доктор наук, 4 кандидата наук. НТУЦ Акустооптики активно сотрудничает и выполняет совместные работы с Лабораторией «Физические методы, акустооптическая и лазерная аппаратура для задач диагностики и терапии онкологических заболеваний» под руководством академика РАН Хазанова Ефима Аркадьевича.

В 2023 году получены следующие научно-технические результаты

- впервые теоретически и экспериментально выполнена разработка акустооптического пространственного фильтра с фазовым управлением пространственной аппаратной функции для оптических ловушек, в том числе для атомных чипов;
- впервые пространственным фильтром экспериментально сформировано двухболочечная цилиндрическая структура лазерного излучения для темных ловушек;
- разработан и изготовлен акустооптический затвор для работы в среднем ИК-диапазоне 3–5 мкм с пониженной рабочей температурой вследствие вывода акустической энергии из кристалла;
- создано экспериментальное устройство когерентного сложения фемтосекундных титан-сапфировых импульсов на однокристальном акустооптическом устройстве.

38,3 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году



Двухканальный акустооптический фильтр с фазовым управлением и формируемые им кольцевые двумерные передаточные функции

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. K. B. Yushkov, M. I. Kupreychik, D. V. Obydennov, V. Ya. Molchanov. Acousto-optic k-space filtering for multifrequency laser beam shaping // Journal of Optics, vol. 25, № 1, p. 014002, 2023;
2. В. Я. Молчанов, М. И. Купрейчик, Н. Ф. Науменко, А. И. Чижиков, К. Б. Юшков, С. И. Чижиков. Акустооптическое взаимодействие в двухосных кристаллах // Кристаллография, т. 68, № 5, стр. 677–696, 2023;
3. D. V. Obydennov, K. B. Yushkov, V. Ya. Molchanov. Independent multi-color bottle beam generation using acousto-optic spatial shaping of a femtosecond laser beam // Optics Letters, vol. 48, № 20, p. 5320–5323, 2023;
4. К. Б. Юшков, А. И. Чижиков, В. Я. Молчанов. Об интерференции фемтосекундных лазерных импульсов при неколлинеарном акустооптическом взаимодействии // Квантовая электроника, т. 53, № 7, с. 527–532, 2023;
5. N. F. Naumenko. Spurious modes in laterally excited bulk acoustic resonators (XBARS): analysis and suppression // IEEE Transactions on Ultrasonics,

Ferroelectrics, and Frequency Control, vol. 70, № 6, p. 569, 2023.

Патенты

В. Я. Молчанов, Д. В. Обыденнов, К. Б. Юшков. Оптическая ловушка // Патент РФ на изобретение № 2795383 от 03.05.2023.

Награды

Университет МИСИС удостоен звания «Лауреат конкурса ЛАС 2023 года» по итогам конкурса ЛАС на лучшую отечественную разработку в области фотоники в номинации «Источники лазерного излучения и их компоненты» (конкурс им. М.Ф. Стельмаха) за разработки:

- Диплом I степени «АО затвор для лазеров диапазона 2–3 мкм»;
- Диплом II степени «Дисперсионная линия задержки для фемтосекундного регенеративного усилителя».

Контактная информация

Молчанов Владимир Яковлевич, директор центра, канд. физ.-мат. наук
Тел.: +7 (495) 951-12-65,
e-mail: aocenter@misis.ru

НАУЧНО-УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА МИСИС-ИСМАН



**Левашов Евгений
Александрович,
директор НУЦ СВС,
д-р техн. наук
почетный доктор Горной
Академии Колорадо (США),
почетный работник науки
и высоких технологий РФ,
академик РАЕН
и международной академии
керамики (World Academy of
Ceramics, WAC)**

Задачи и перспективы научной деятельности

- Структурная макрокинетика и СВС-технологии;
- Тугоплавкие и дискретно-армированные композиционные материалы, порошки, мишени и электроды для инженерии поверхности;
- Дисперсно-упрочненные металломатричные композиты и адгезионно-активные связки;
- Функциональные покрытия: биомедицинские применения, жаростойкие, защита от морской коррозии, износостойкие и термостойкие оптически прозрачные пленки.

Основные научные направления деятельности центра

1. Структурная макрокинетика, технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза и механического активирования. Разработка конструкционных материалов и изделий специального назначения;
2. Создание дисперсно-упрочненных металломатричных композитов, в том числе: жаропрочных интерметаллидных сплавов для аддитивных технологий и связок для алмазного инструмента. Исследование границ растворимости твердых растворов и влияния избыточных фаз на свойства и высокотемпературную ползучесть сплавов;
3. Физикохимия ионно-плазменных и электроискровых процессов осаждения функциональных покрытий (сверхтвердых, жаростойких, коррозионностойких, биосовместимых и биоактивных с антибактериальным эффектом, оптически прозрачных). Электродные материалы в инженерии поверхности;
4. Исследование механизмов структурных превращений при деформации, нагреве, коррозии и окислении композиционных материалов и покрытий, полученных методами СВС, порошковой металлургии, СЛС, ионно-плазменного, плазменного электролитического оксидирования и электроискрового осаждения;
5. Методы исследования механических и трибологических свойств функциональных поверхностей.

Организационная структура НУЦ СВС

- опытно – производственный участок СВС – технологии;
- сектор СВС – материалов;
- сектор механического активирования порошковых систем;
- лаборатория ионно-плазменных технологий;
- сектор электроискровых технологий;
- испытательная лаборатория функциональных поверхностей;
- лаборатория «In situ диагностики структурных превращений».

Кадровый потенциал подразделения

В 2023 году в НУЦ СВС работало: 2 гл.н.с., 1 заведующий лабораторий, 4 в.н.с., 6 с.н.с., 7 н.с., 7 м.н.с., 8 инженеров, 7 лаборантов, 3 вед. экспертов. Из них: 4 доктора наук, 20 кандидатов наук, 8 магистрантов, 5 аспирантов.

В 2023 году выполнялось 7 научно-исследовательских работ, в том числе: 1 проект государственного задания и 1 международный проект Минобрнауки, 3 проекта РНФ.

62 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

- государственное задание Минобрнауки РФ: «Разработка иерархически структурированных дискретно-армированных и дисперсно-упрочненных термостабильных материалов для теплонагруженных узлов перспективной ракетно-космической техники», 38,544 млн. руб.;
- соглашение о предоставлении субсидии Минобрнауки РФ для реализации научно-технологического взаимодействия с организациями Республики Индия по теме: «Поверхностно-модифицированные высокопористые имплантаты на основе титана, изготовленные аддитивными методами, для черепно-челюстно-лицевой и стоматологической хирургии», 10 млн. руб.;
- проект РНФ: «Разработка нового класса жаропрочных интерметаллических сплавов и технологий получения узкофракционных порошков для аддитивных технологий производства ответственных деталей газотурбинных двигателей», 6 млн. руб.;
- проект РНФ: «Разработка твердых гидрообобщих покрытий, обладающих противообрастающим, антиледовым, и самозалечивающим эффектом, предназначенных для защиты объектов морской и прибрежной инфраструктуры от трибокоррозионного, абразивного и кавитационного износа», 6 млн. руб.

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

1. Исследовано влияние длины и концентрации волокна SiCf на деформационное поведение и высокотемпературные свойства дискретно-армированных керамико-матричных композитов (КМК) в системах HfB2-SiC и (Hf,Ta)B2-SiC. Проведены газодинамические испытания (ГДИ) композитов HfB2-SiC и (Hf,Ta)B2-SiC по определению окислительной стойкости в условиях длительного аэрогазодинамического обтекания и нагрева потоком воздушной плазмы. Изучена эволюция структуры композитов после взаимодействия с потоком воздушной плазмы и перераспределение тантала по глубине оксидной пленки и его структурного состояния в боросиликатном стекле. Исследовано влияние технологической добавки углерода на фазовый состав, структуру и свойства гетерофазных СВС-порошков и консолидированной керамики HfB2-HfC-SiC. Установлено влияние карбида гафния на механизм окисления;
2. Изучены механические, теплофизические свойства и механизм окисления КМК составов HfB2-HfC и HfB2-HfC-SiC. Найдены оптимальные режимы высокоэнергетической механической обработки (ВЭМО) порошковых смесей Mo-Zr-Hf-Ta-Nb, обеспечивающие получение гранул высокоэнтропийного твердого раствора Mo_{0,2}Zr_{0,2}Hf_{0,2}Ta_{0,2}Nb_{0,2}. Изучены процессы горения и механизм структурообразования продуктов при горении смесей, состоящих из гранул Mo_{0,2}Zr_{0,2}Hf_{0,2}Ta_{0,2}Nb_{0,2} и порошка Si;
3. Разработан дисперсионно-твердеющий сплав NiAl-10Fe-8Cr-6Co-0,25Ta-0,3Hf, сочетающий высокие значения показателя пластичности и прочности в интервале от 20 °C до 900 °C ($\sigma_b = 1592$ МПа, $\varepsilon = 6,5\%$ при 20 °C; $\sigma_b = 623$ МПа, $\varepsilon = 32\%$ – при 900 °C) за счет упрочнения матричной фазы когерентными высокодисперсными выделениями α -(Fe,Cr) и наночастицами интерметаллической ТПУ σ -фазы. Легирование данного сплава цирконием и железом улучшило стойкость к высокотемпературному окислению в результате формирования сплошного защитного слоя Al₂O₃ с включениями комплексных оксидов Hf, Zr, Cr, Fe и Ta. Окисление сплава NiAl-10Fe-8Cr-6Co-0,25Ta-0,3Hf-0,3Zr протекает по логарифмическому закону и практически полностью останавливается после 25 ч термоциклирования. На опытно-промышленной установке центробежного СВС-литья проведена оптимизация режимов получения крупных слитков из сплава NiAl-12Cr-6Co-2,5Mo-1,5Re-1,5Ta-0,2Ti. Слиток характеризуется высокой структурной и фазовой однородностью, имеет

- схожую кинетику и механизм окисления (1150 °C, 30 ч) образцов, вырезанных из центральной части и периферии;
4. Найдены оптимальные режимы СЛС и постобработки (ГИП и ТО) сплава Ti50Al44Nb4,9Mo1B0,1+Y2O3, позволившие построить заготовки с минимальным количеством дефектов и ламеллярной структурой. Исследованы процессы структурообразования при *in situ* нагреве в колоне ПЭМ ламелей из СЛС-образцов. Методом ГП получены композиты с матрицей Ti50Al44Nb4,9Mo1B0,1+Y2O3, армированной дискретными волокнами SiCf. Максимальный эффект при T от 900 °C до 1100 °C характеризуется ростом прочности на 100 Мпа;
 5. Методом HIPIMS нанесены покрытия (Mo,Ta,Nb,Zr,Hf) – Si-B с повышенным комплексом механических свойств и жаростойкостью при 1300 °C;
 6. Методом вакуумной электроискровой обработки осаждены покрытия FeCrNiCo-(Ag, Cu), C-Ti-(PTFE) и TiCx-FeCrTiNiAl на подложках из титана и стали. Измерены механические, триботехнические и коррозионные свойства покрытий, кинетика выхода бактерицидных ионов (Ag, Cu) в искусственной морской воде. Проведены испытания по оценке стойкости к абразивному и трибокоррозионному износу, коррозии в морской воде, кавитационной эрозии, стойкости к образованию биопленки и обледенению;
 7. Исследованы процессы ионно-плазменного модифицирования и плазменного электролитического оксидирования поверхности имплантатов, изготовленных методом послойного лазерного сплавления титановых порошков. По результатам биологических исследований даны рекомендации к применению новых материалов и технических решений в медицине.

Подготовка специалистов высшей квалификации

Младшие научные сотрудники Четова (Сытченко) А.Д., Фатыхова (Антонюк) М.Н. и Агеев М.И. защищили диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук по специальности 2.6.5 – Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Sytchenko A. D., Kozlova N. S., Zabelina E. V., Loginov P. A., Levashov E. A., Kiryukhantsev-Korneev Ph. V. The effect of the Ar/N2 gas ratio on the structure and properties of Ta – Si – N coatings produced by magnetron sputtering of TaSi2 target // Surfaces and Interphases, 37 (2023) 102654. <https://doi.org/10.1016/j.surfin.2023.102654>;
2. Kurbatkina V. V., Patsera E. I., Kochetov N. A., Levashov E. A. Combustion synthesis of ultra-high-temperature solid solutions (ZrxNb1-x) B2. Part 1: The mechanisms of combustion and structure formation // Ceramics International, 49 (20) (2023) 32359–32370. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2023.06.291>;
3. Kurbatkina V. V., Patsera E. I., Sviridova T. A., Levashov E. A. Combustion synthesis of ultra-high-temperature solid solutions (ZrxNb1-x)B2. Part 2: Fine-tuning the mechanical properties and thermal conductivity of Zr-Nb-B diboride solid solutions for ultra-high temperature applications // Ceramics International, 49 (20) (2023) 32371–32376. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2023.07.208>;
4. Loginov P. A., Markov G. M., Korotitskiy A. V., Levashov E. A. Compressive creep behavior of powder metallurgy manufactured Y2O3-reinforced TNM-B1 TiAl alloy with equiaxed and lamellar microstructure // Materials Characterization, 205 (2023) 113367. <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2023.113367>;
5. Kaplanskii Yu. Yu., Ageev M. I., Bychkova M. Ya., Levashov E. A. Thermomechanical properties and the deformation mechanism of nickel monoaluminide-based alloys produced by LPBF in combination with gasostatic treatment and aging // Materials Science and Engineering A, 882 (2023) 145460. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921509323008845>;
6. Kuptsov K. A., Antonyuk M. N., Sheveyko A. N., Shtansky D. V. Hydrophobic, anti-ice, wear- and corrosion-resistant C-(Ti) – PTFE coatings on Ti obtained by electrospark deposition using PTFE-impregnated graphite electrode // Surface and Coating Technology, 465 (2023) 129621. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2023.129621>;
7. Kuptsov K. A., Antonyuk M. N., Sheveyko A. N., Bondarev A. V., Ignatov S. G., Slukin P. V., Dwivedi P., Fraile A., Polcar T., Shtansky D. V. High-entropy Fe-Cr-Ni-Co-(Cu) coatings produced by vacuum electro-spark deposition for marine and coastal applications, Surface and Coatings Technology, 453 (2023) 129136. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2022.129136>.

Патенты и Ноу-Хау

1. Штанский Д.В., Левашов Е. А., Шевейко А. Н., Купцов К. А., Фатыхова М. Н. Способ вакуумного нанесения слоистых покрытий комбинацией методов электроискрового легирования и катодно-дугового испарения и устройство для его осуществления (варианты). Патент № 2797562 от 07.06.2023;
2. Штанский Д. В., Левашов Е. А., Шевейко А. Н., Купцов К. А., Фатыхова М. Н. Способ нанесения слоистых покрытий и устройство для его осуществления (варианты). Патент № 2797562 от 07.06.2023;
3. Левашов Е. А., Погожев Ю. С. Потанин А. Ю. Пацера Е. И., Рупасов С. И. Способ получения окислительностойких дискретно-армированных композиционных материалов для высокотемпературных областей применений. Свидетельство о регистрации секрета производства (ноу-хау) в Депозитарии ноу-хау НИТУ МИСИС № 06-164-2023 ОИС от 28.03.2023.

Основные научно-технические показатели

- Статей в журналах Web of Science и Scopus – 38;
- Статей в российских научных журналах из списка ВАК – 12;
- Количество поддержанных патентов на объекты промышленной собственности – 2;
- Количество зарегистрированных зарубежных патентов и заявок в год – 0;
- Количество конференций, в которых принимали участие сотрудники НУЦ СВС – 11;
- Количество выставок, на которых были представлены экспонаты или стенды научных разработок с участием сотрудников НУЦ СВС – 1.

Контактная информация

Левашов Евгений Александрович, директор НУЦ СВС, д-р техн. наук, проф.

Тел: +7 (495) 638-45-00;

e-mail: levashov.ea@misis.ru; levashov@shs.misis.ru

III. ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК



**Солодов Сергей Владимирович,
директор института,
канд. техн. наук**

Институт информационных технологий и компьютерных наук НИТУ МИСИС готовит IT-специалистов по широкому спектру направлений. Студенты специализируются в области искусственного интеллекта и машинного обучения, программной инженерии и управления автономными транспортными системами, в промышленном дизайне.

В институте ИТКН обучается более 3500 бакалавров и магистрантов, ведется подготовка аспирантов. Студенты изучают современное аппаратное и программное обеспечение, средства разработки приложений, осваивают теорию и практику внедрения информационных систем, методы математического моделирования и анализа данных.

Особенностью обучения в институте является доступ к технологиям ведущих вендоров: подготовку студентов ведут авторизованная сетевая ИКТ-академия Huawei, Cisco Network Academy, Академия больших данных.

Начиная уже с первого курса, студенты принимают участие в командных соревнованиях по спортивному программированию, хакатонах по цифровизации, в научных исследованиях. В структуре университета действует Международный центр развития творческого мышления и когнитивных технологий «Новая реальность», помогающий студенческим сборным успешно выступать на международных и российских соревнованиях.

Студенты проходят практики и стажировки на ведущих отечественных и зарубежных предприятиях, работают над крупными проектами компаний лидеров рынка. Выпускники ИТКН успешно решают прикладные задачи на производстве и в бизнесе, занимают позиции менеджеров и разработчиков, ведут научные исследования в области Computer Science.

Научные исследования института ИТКН включают следующие основные направления:

- когнитивные технологии, машинное зрение и распознавание образов;
- машинное обучение и робототехника;
- технологии высокопроизводительных информационных систем и интернет-программирования;
- математическое и имитационное моделирование сложных систем и бизнес-процессов;
- цифровые двойники процессов и изделий;
- облачные технологии и распределенные вычисления;
- интеллектуальные системы навигации и управления;
- анализ больших данных;
- применения технологий виртуальной и дополненной реальности в различных аспектах хозяйственной деятельности.

Контактная информация

Солодов Сергей Владимирович, директор института

тел.: +7 (495) 638-44-74,

e-mail: itasu@misis.ru, Б-811

Калитин Денис Владимирович, заместитель директора

тел.: +7 (495) 638-44-74,

e-mail: kalitindv@misis.ru, Б-809

Петрыкина Алена Анатольевна, заместитель директора

по молодежной политике

тел.: +7 (495) 638-44-74,

e-mail: petrykina.a@misis.ru, Б-809

КАФЕДРА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ДИЗАЙНА



**Коржов Евгений Геннадьевич,
и.о. заведующего кафедрой,
канд. техн. наук**

Кафедра создана в 2016 году путём объединения кафедр Систем автоматизированного проектирования и Инженерной графики и дизайна, имеющих более чем 30-летнюю историю подготовки специалистов. Сегодня кафедра является одним из базовых центров подготовки специалистов в области различных аспектов информатики и информационных технологий и их приложений в различных предметных областях.

На базе кафедры действует авторизованный учебный центр компании АСКОН – крупнейшего отечественного производителя САПР.

Осуществляется подготовка различных уровней в области автоматизации проектирования технических объектов и организационных систем, системной и программной инженерии, 3D-графики и виртуальной реальности, промышленного дизайна, графического дизайна, BIM-технологий, наук о данных, мобильной и WEB-разработки.

Кафедра является центром подготовки НИТУ МИСИС по англоязычным магистерским программам в области информационных технологий, активным участником проф навигационной работы университета и проектной деятельности школьников. Кафедра является соорганизатором городской конференции учащихся школ «Поиск Новые Информационные Технологии» и организатором трёх профильных школьных секций Дней науки НИТУ МИСИС.

Кафедра организует глобальные профильные мероприятия

- Ежегодный Всероссийский конкурс цифрового проектирования Design Challenge <https://2050contest.ru/>;
- Ежегодная Международная конференция по промышленному дизайну Design Day 2050 <https://designday.2050lab.ru/>.

Индустриальными и академическими партнёрами кафедры являются Национальный центр промышленного дизайна и инноваций 2050.ЛАБ, Paratype, Mimicry communication, АСКОН, T-Flex, МТС, SPLAT, ASBIS, ЭКО-СРЕДА, ADEM, World Skills Russia

Основные научные направления деятельности кафедры

- Прикладные исследования в области промышленного дизайна и аддитивных технологий;
- Моделирование технических и живых систем на дискретных структурах;
- Компьютерная поддержка этапов жизненного цикла технических объектов;
- Геометрическое моделирование и синтез цифровых моделей технических и бионических объектов;
- Построение цифровых двойников объектов реального мира;
- Внедрение информационных технологий в прикладных предметных областях;
- Теория и методика профессионального образования в области графического дизайна, промышленного дизайна, прикладного программирования.

9 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Кадровый потенциал подразделения

Докторов наук – 7 чел., кандидатов наук – 7 чел., аспирантов – 11 чел., инженерно-технических работников – 7 чел.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Влияние частоты штамповки на температурные условия работы отрезных ножей пресс-автомата / Чиченев Н. А., Карфидов А. О., Васильев М. В., Чиченева О. Н. Черные металлы. 2023. № 3. С. 36–40;
2. Influence of punching frequency on the temperature conditions of operation of cut-off knives of a press machine/ Chichenev, N. A., Karfidov, A. O., Vasiliev, M. V., Chicheneva, O. N. Chernye Metally .2023, 2023(3), pp/ 36–40;
3. Device for two-way cooling of rolls of multi-roll mills wduring laser hardening. Chichenev, N. A. Vasilyev, M. V. Karfidov, A. O., Chicheneva, O. N. CIS Iron and Steel Review, 2023, 25, pp 46–50;
4. Влияние лазерного излучения на глубину закаленного слоя вырубных штампов из инструментальных сталей/ Чиченев Н. А., Горбатюк С. М., Карфидов А. О., Наговицын В. А., Чиченева О. Н., Бабали Э. Э. Металлург. 2023. № 7. С. 115–118;
5. Technological factors of laser hardening of rolls of multi-roll mills. Chichenev, N. A., Karfidov, A. O., Chicheneva, O. N., Pashkov, A. N., Gorovaya, T. Y. Metallurgist, 2023, 66(11-12), страницы 1562–157;
6. Device for two-way cooling of rolls of multi-roll mills wduring laser hardening. Chichenev, N. A., Vasilyev, M. V., Karfidov, A. O., Chicheneva, O. N. CIS Iron and Steel Reviewthis link is disabled, 2023, 25, pp 46–50;
7. Ступенчатая гибка листового металла при изготавлении тонкостенных корпусных деталей / Чиченев Н. А., Карфидов А. О., Васильев М. В., Чиченева О. Н. Сталь. 2023. № 7. С. 23–25;
8. Step Bending of Sheet Metal in the Manufacture of Thin-Walled Body Parts / A. O. Karfidov, N. A. Chichenev, M. V. Vasil'ev, O. N. Chicheneva. Steel in Translation, 2023, Vol. 53, No. 8, pp. 719–722;
9. Петров, А. Е. Тензорная методология моделирования сложных систем. Теоретические основы (N 4664): учебник / А. Е. Петров; НИТУ МИСИС, Ин-т информационных технологий и компьютерных наук, Каф. автоматизированного проектирования и дизайна. – М. : Изд-во МИСИС, 2023. – 205с.: рис. + Библиогр.: с. 181–186. – Прил.: с. 187–205. – Режим доступа: http://lib.msk.misis.ru/elib/view.php?id_abs=987768402. – ISBN 978-5-907560-27-7;
10. Petrov, A., Fedorov, A., Mintsaev, M., Ilyukhin, A., Marsov, V. (2023). Theoretical Foundations and Methods for the Rational Location of Gas Fire Detectors Based on Gas Control Technology. Mathematical Modelling of Gas Fire Detectors Location for Early Fire Detection. In: Beskopylny, A., Shamtsyan, M., Artiukh, V. (eds) XV International Scientific Conference «INTERAGROMASH 2022». INTERAGROMASH 2022. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 574. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-21432-5_178.

Основные научно-технические показатели

- Публикации в российских научных журналах из списка ВАК: 12;
- Публикации в научных журналах, индексируемых в базах данных WoS, Scopus: 7;
- конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения: 5;
- единиц уникального оборудования: более 100;
- премий и наград за научно-инновационные достижения: 10.

Контактная информация

Коржов Евгений Геннадьевич, и.о. заведующего кафедрой, канд. техн. наук
e-mail: korzhov.eg@misis.ru

Москва, Ленинский проспект, д. 6, стр. 1, комн. Г-519, Г-521

Москва, Ленинский проспект, д. 6, стр. 7, комн. Л-536

КАФЕДРА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ



**Темкин Игорь Олегович,
заведующий кафедрой,
д-р техн. наук**

Научно-исследовательская деятельность кафедры АСУ НИТУ МИСИС связана с разработкой методов, моделей и технологий построения программных систем обработки информации и управления в промышленных и социально-экономических системах.

Основные научные направления деятельности кафедры

- Модели и технологии обработки и анализа данных для решения задач диагностики, прогнозирования и управления в индустриальных и социотехнических системах;
- Методы и инструменты построения и функционирования интеллектуальных систем управления технологическими процессами;
- Оптимизационное моделирование сложных систем.

Кафедра занимается разработкой различных классов моделей, в том числе, «цифровых двойников» на основе динамического комплексирования многомерных массивов данных, с целью использования их в задачах управления сложными технологическими процессами; разработкой методов геометрической визуализации для невыпуклых моделей со свободной оболочкой для решения оптимизационных задач при анализе сложных систем; а также разработкой и исследованием методов и инструментов построения крупномасштабных цифровых систем. Научные исследования проводятся с участием сотрудников ряда российских компаний, таких как: ООО «Цифра», Вист майнинг Robotics, PARMA technologies group, ООО «Ресолют». Исследования выполняются в русле приоритетного научно-технологического направления «Переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта».

В 2023 году по инициативе кафедры было заключено соглашение между Университетом Группой компаний «ЦИФРА», в рамках которого создается лаборатория для реализации исследовательских, научно-прикладных и образовательных проектов с целью разработки, развития и внедрения современных импортозамещающих цифровых технологий в горно-металлургической отрасли.

Сотрудники кафедры развивают оригинальный методологический подход к проектированию систем Индустрии 4.0. В рамках кафедры ведутся исследования, направленные на построение инструментальной платформы для решения научно-инженерных и учебных задач с использованием методологии DEAL 1.0. Кроме того, разработан ряд оригинальных алгоритмов в области оптимизационного моделирования и предиктивного анализа состояния динамических пространственно-распределенных объектов.

Сотрудниками кафедры реализуется грантовый проект РНФ «Гибридные подходы для анализа деятельности и визуализации функционирования сложных многомерных систем»

Кадровый потенциал подразделения

В настоящее время на кафедре АСУ работают 8 докторов технических наук и 1 доктор физико-математических наук (в том числе 4 совместителя), 14 доцентов, 8 старших преподавателей и 9 ассистентов. На кафедре проходят обучение 16 аспирантов.

6 преподавателей кафедры работают в составе экспертных советов МИСИС 2.3.1, 2.3.3 и 1.6.20, трое из них входят в состав объединенного диссертационного совета НИТУ МИСИС.

На кафедре действует научный семинар, в рамках которого в 2023 г. заслушано 2 кандидатских и одна докторская работы.

В аудиториях и лабораториях кафедры в рамках XXX – Международного научного симпозиума

«НЕДЕЛЯ ГОРНЯКА – 2023» был проведен очно-дистанционный научный семинар «Информационные технологии в горном деле», участниками которого стали представители горных компаний, а также научных и учебных учреждений РФ и ряда стран.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Lychev A. V., Ratner S. V., Krivonozhko V. E. Two-Stage Data Envelopment Analysis Models with Negative System Outputs for the Efficiency Evaluation of Government Financial Policies // Mathematics. 2023. V. 11, № 24. P. 4873. <https://www.doi.org/10.3390/math11244873> Scopus Q1;
2. Ratner S. V., Shaposhnikov A. M., Lychev A. V. Network DEA and Its Applications (2017–2022): A Systematic Literature Review // Mathematics. 2023. V. 11, № 9. P. 2141. <https://www.doi.org/10.3390/math11092141> Scopus Q1;
3. Rzazade, U.; Deryabin, S.; Temkin, I.; Kondratev, E.; Ivannikov, A. On the Issue of the Creation and Functioning of Energy Efficiency Management Systems for Technological Processes of Mining Enterprises. Energies 2023, 16, 4878. <https://doi.org/10.3390/en16134878>, Scopus Q1;
4. Stepashkin, A. A., Suresh Chavhan, S. V. Gromov, Ashish Khanna, V. V. Tcherdyntsev, Deepak Gupta, H. Mohammad, E. V. Medvedeva, Namita Gupta, and S. S. Alexandrova. 2023. «ANN-Based Structure Peculiarities Evaluation of Polymer Composite Reinforced with Unidirectional Carbon Fiber.» Alexandria Engineering Journal 82 (November): 218–39. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2023.09.062>. Scopus Q1;
5. Monakov, Y.; Tarasov, A.; Ivannikov, A.; Murzintsev, A.; Shutenko, N. Optimization of Equipment Operation in Power Systems Based on the Use in the Design of Frequency-Dependent Models. Energies 2023,
- 16(18), 6756. <https://doi.org/10.3390/en16186756>, Scopus Q1;
6. Lychev A. V. Synthetic Data Generation for Data Envelopment Analysis // Data. 2023. V. 8, № 10. P. 146. <https://www.doi.org/10.3390/data8100146> Scopus Q2;
7. Trofimov, I. O. Temkin, S. V. Solodov. Application of case-based reasoning in hazard evaluation in complex process flow control / V. B. // Eurasian mining. – 2023. – No 2. – P. 41–46. – DOI: 10.17580/em.2023.02.09, Scopus Q2;
8. Темкин И. О., Епифанов В. А., Кальгов И. В. Процедура автоматического определения скорости мобильных объектов с использованием стационарной камеры. Программные продукты и системы, 2023, №1, с.165–174,) DOI: 10.15827/0236-235X.141.165–174, ВАК, К1;
9. Гончаренко С. Н., Лачихина А. Б. Построение модели горно-геологической информационной системы промышленного предприятия в защищенном исполнении // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2023. № 6. С. 39–55. doi: 10.25018/0236_1493_2023_6_0_39, ВАК, К1.

В прошедшем году сотрудниками кафедры было опубликовано более 40 научных работ, индексируемых в различных базах научной информации (Scopus, WoS, RSCI, ВАК и др). Преподавателями кафедры получены 4 авторских свидетельств на программные продукты и один патент на изобретение.

Контактная информация

Темкин Игорь Олегович, заведующий кафедрой, д-р техн. наук

Тел.: +7 (499) 230-24-34,

e-mail: asu@misis.ru

Ленинский проспект д. 6 стр. 7, корпус «Л», 8 этаж, аудитория 824.

КАФЕДРА БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКИ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ



**Пятецкий Валерий Ефимович,
заведующий кафедрой,
д-р техн. наук**

Основной целью кафедры является обеспечение комплексного научно-образовательного процесса по подготовке высококвалифицированных, конкурентоспособных кадров по направлениям 38.03.05, 38.04.05 «Бизнес-информатика» и 09.03.03, 09.04.03 «Прикладная информатика» в соответствии с ФГОС ВО, ОС ВО НИТУ МИСИС, мировыми профессиональными и образовательными стандартами; организация и проведение прикладных научных исследований и иных научно – технических работ в области бизнес- и прикладной информатики, информационных технологий, в том числе по проблемам образования.

Основным научным направлением, реализуемым на кафедре, является «Методология и практика разработки процессных информационных – аналитических и интеллектуальных систем управления бизнесом» которое направлено на решение научных и практических вопросов повышения эффективности функционирования интегрированных информационных систем управления предприятиями, за счет разработки и внедрения эффективных методик моделирования и управления бизнес-процессами и интеллектуальных систем.

В рамках основного направления на кафедре решаются следующие научно-практические задачи:

- Исследование и разработка корпоративных интегрированных информационных систем управления (КИИСУ) предприятиями.
- Исследование и разработка методик моделирования, регламентации и оптимизации бизнес-процессов.
- Управление бизнес-процессами предприятия средствами ERP-систем.
- Оперативное управление производственными процессами предприятий на основе MES-систем.
- Использование информационно-аналитических и интеллектуальных систем для управления эффективностью бизнеса.
- Применение систем для управления бизнес-процессами предприятия (BPMS).

Кадровый потенциал подразделения

На кафедре работают 40 человек профессорско-преподавательского состава из них: 2 – профессора, доктора наук, 14 – доцентов, кандидатов наук, 6 – старших преподавателя (из них 1 кандидат наук), 16 – ассистентов.

На кафедре преподают сотрудники ведущих ВУЗов и НИИ России (НИУ «МАИ», ИПУ РАН, Финансового Университета при правительстве РФ и др.). Занятия проводятся с привлечением специалистов ведущих консалтинговых компаний по информационным технологиям (DM solution, Сигма, BearingPoint, ИНЛАЙН ГРУП, компания Айтеко Бизнес-Консалтинг, ЗАО «ГАЛАКТИКА», ООО «ВРМ Консалтинг Групп», Северсталь Инфоком, АМТЕХ, Лаборатория свободных решений и др.)

Профессорско-преподавательский состав кафедры активно участвует в проведении НИР. Научными результатами являются, публикация статей в научных изданиях, участие в научных конференциях.

Полученные результаты студенты докладывают в течение года на научных семинарах кафедры, принимают участие в Днях Науки МИСИС. В 2023 г. в рамках проведения 78-х Дней науки МИСИС, на конференцию представлено и опубликовано 134 тезиса студенческих докладов. В рамках проведения конкурса им. академика А.А. Бочвара, было представлено 16 проектных работ по направлению «Прикладная информатика (в цифровой экономике)» и 35 работ по «Бизнес-информатике».

Основные научные результаты

- Проведены исследования и анализ существующих методов и подходов управления контентом при проведении цифровизации производства;
- Разработана и предложена система имитационного моделирования архитектуры предприятия;
- Рассмотрены вопросы разработки системы показателей для оценки и управления бизнес-процессами предприятия;
- Рассмотрены вопросы разработки и использования информационно-аналитических и интеллектуальные системы для управления бизнесом.

Основные результаты работы за 2023 г.

1. Количество студентов, занятых в НИР, имеющих публикации, чел. – 134
 2. Проведение бизнес-школ со студентами в том числе с сертификацией по курсам:
 - Elma 365;
 - Business studio;
 - 1C: ERP Управление предприятием;
 - PIX RPA Platform и др.
- Всего было проведено более 40 бизнес-школы, с приглашением ведущих специалистов ИТ – компаний, в том числе AMTEX, RunaWFE, Корпорация «Галактика», PIX Robotics, NFP, Лаборатория Свободных Решений, СИГМА и другие.

Публикаций подразделения за 2023 год

1. Бахтадзе Н.Н., Черешко А.А., Елпашев Д.В., Ядыкин И.Б., Сабитов Р.А., Смирнова Г.С. Associative Model Predictive Control / IFAC-PapersOnLine. Toulouse, France: Elsevier, 2023. Vol. 56, No 2. C. 7330–7334.

Контактная информация

Пятецкий Валерий Ефимович, заведующий кафедрой, д-р техн. наук

тел.: +7 (495) 762-14-96, +7 (495) 955-01-96

119049, г. Москва, Ленинский проспект, дом 4, 5 этаж, кабинет Б-509

КАФЕДРА ИНЖЕНЕРНОЙ КИБЕРНЕТИКИ



**Ефимов Альберт Рувимович,
заведующий кафедрой,
канд. филос. наук
Вице-президент, директор
Управления исследований
и инноваций ПАО «Сбербанк»**

Кафедра инженерной кибернетики была создана в 1967 году академиком С.В. Емельяновым, выдающимся советским ученым, создавшим новый раздел теории автоматического управления – теорию систем с переменной структурой. В настоящее время кафедра является ведущим учебным и научно – практическим подразделением университета в области прикладной математики, где готовят специалистов в области машинного обучения, искусственного интеллекта, когнитивных технологий, робототехники, системного анализа, математического моделирования, а также разработчиков и архитекторов научно-исследовательского программного обеспечения.

Основные научные направления деятельности кафедры:

- методы и алгоритмы анализа многомерных массивов данных сложной структуры, включая
- распознавание и анализ паттернов электрической активности мозга, алгоритмической машинной предобработки ЭЭГ, когнитивных искажений;
- детектирования дефектов в сложных технических системах;
- методы и алгоритмы управления
- автономными техническими системами, в том числе манипуляционными роботами на основе обучения с подкреплением;
- вычислительными системами, в том числе распределенного хранения электронных документов в децентрализованных блокчейн –
- приложениях, распознавания мошеннических действий, балансировки нагрузки для распределенных вычислительных систем с гетерогенными вычислительными узлами;
- модульными целеориентированными диалоговыми агентами и распределенными системами принятия решений.

Кадровый потенциал подразделения

5 профессоров, из них 3 доктора технических наук, 1 доктор физико-математических наук и 1 доктор экономических наук; 16 доцентов и 19 кандидатов наук, из них 11 кандидатов технических наук, 4 кандидата физико – математических наук, 2 кандидата экономических наук, 1 кандидат философских наук и 1 кандидат медицинских наук. В их числе ведущие сотрудники научно-исследовательских лабораторий ПАО «Сбербанк», центров и институтов РАН (Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, Физический институт РАН), а также преподаватели-практики, работающие в лабораториях, исследовательских и производственных подразделениях крупнейших ИТ – компаний страны (Cognitive Pilot, Smart Engine, Garpix и др.) и ведущих вузах страны (МФТИ, НИУ ВШЭ, МГУ и др.);

В кооперации с партнерами на кафедре созданы две исследовательские лаборатории

- научно – исследовательская лаборатория робототехники и киберфизических систем осуществляет исследования:
- по применению искусственного интеллекта в робототехнике и интеллектуального управления робототехническими системами;
- по развитию алгоритмов адаптивного и робастного управления роботами для решения задач автономной навигации и управления движением роботов;

0,7 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

- научно-исследовательская лаборатория систем цифрового зрения осуществляет исследования;
- разработке алгоритмов анализа мультимодальных изображений;

- моделирования трехмерных объектов на основе мультимодальных изображений.

В 2023 году кафедрой велась подготовка 10 аспирантов – будущих специалистов высшей квалификации – по программе специальности 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника».

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

- Asonov, Dmitri & Krylov, Maksim & Omelyusik, Vladimir & Ryabikina, Anastasiya & Litvinov, Evgeny & Mitrofanov, Maksim & Mikhailov, Maksim & Efimoff, Albert. (2023). Building a second-opinion tool for classical polygraph. *Scientific Reports*. 13. 10.1038/s41598-023-31775-6;
- Grebnev, Sergey & Gavreev, Maxim & Kiktenko, Evgeniy & Guglya, Anton & Efimov, Albert & Efimoff, Albert & Fedorov, A.. (2023). Pitfalls of the Sublinear QAOA-Based Factorization Algorithm. *IEEE Access*. 11. 10.1109/ACCESS.2023.3336989;
- Efimoff, Albert & Matveev, Philip. (2023). Что мешает нам создать Общий искусственный интеллект? Одна старая стена и один старый спор*. 5. 39–49. 10.21146/0042-8744-2023-5-39-49.
- Полевой, Дмитрий & Gilmanov, Marat & Kazimirov, Danil & Chukalina, Marina & Ingacheva, Anastasia & Kulagin, Petr & Nikolaev, Dmitry. (2023). Tomographic Reconstruction: General Approach to Fast Back-Projection Algorithms. *Mathematics*. 11. 4759. 10.3390/math11234759;
- Ali, Bushra & Sadekov, Rinat & Tsodokova, V.. (2023). A Review of Navigation Algorithms for Unmanned Aerial Vehicles Based on Computer Vision Systems. *Gyroscopy and Navigation*. 13. 241–252. 10.1134/S2075108722040022;
- Golik, Vladimir & Mitsik, Mikhail & Aleksakhina, Yulia & Alenina, Elena & Ruban-Lazareva, Natalia & Kruzhkova, Galina & Kondratyeva, Olga & Trushina, Ekaterina & Skryabin, Oleg & Khayrutdinov, Marat. (2023). Comprehensive Recovery of Metals in Tailings Utilization with Mechanochemical Activation. *Resources*. 12. 113. 10.3390/resources12100113;
- A. Stulov, A. Tikhonov and A. Karzhevin, «Computer Aided Engineering System of Amorphous Transformers based on Digital Twin Technology,» 2023 International Russian Automation Conference (RusAutoCon), Sochi, Russian Federation, 2023, pp. 1046–1050, doi: 10.1109/RusAutoCon58002.2023.10272939;
- Bernadotte, Alex & Mazurin, Alexandr. (2023). Optimization of the brain command dictionary based on the statistical proximity criterion in silent speech recognition task. *Computer Research and Modeling*. 15. 675–690. 10.20537/2076-7633-2023-15-3-675-690;
- A. Bernadotte, «Cyber Security for Surgical Remote Intelligent Robotic Systems,» 2023 9th International Conference on Automation, Robotics and Applications (ICARA), Abu Dhabi, United Arab Emirates, 2023, pp. 65–69, doi: 10.1109/ICARA56516.2023.10126050.

Основные научно-технические показатели

- Научные публикации:
- всего 40, в т.ч.:
- Scopus/Web Of Science: 9
- перечень ВАК: 9
- Результаты интеллектуальной деятельности: 9 (патенты и т.д.)
- Участие в выставке III Конгресса молодых ученых (28–30 ноября 2023 г., Сочи, Парк науки и искусства «Сириус») с моделью робота-баристы.



Преподаватели – исследователи кафедры в 2023 году приняли участие в таких международных конференциях

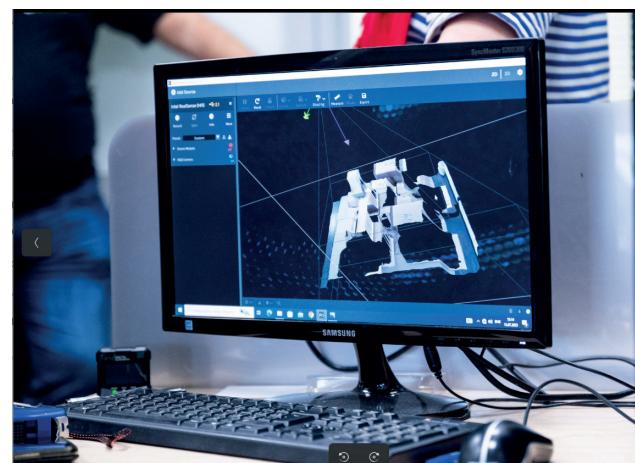
- International Russian Automation Conference (RusAutoCon);
- International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM);
- IEEE International Conference on Cyborg and Bionic Systems (CBS);
- 9th International Conference on Automation, Robotics and Applications (ICARA);
- 30th Saint Petersburg International Conference on Integrated Navigation Systems (ICINS);
- Fifteenth International Conference on Machine Vision (ICMV 2022).

Оборудование

Промышленный комплекс для автоматического измерения габаритных характеристик трехмерных объектов на основе мультимодальных изображений карт глубины и RGB. Использует технологии цифрового зрения для автоматической детекции объектов, комбинируя возможности карт глубины и RGB-изображений.

Комплекс представляет собой специальное лабораторное исполнение промышленного образца измерительного комплекса Garpix 3D-Scan, и предоставленного компанией-производителем оборудования Garpix.

Комплекс позволяет проводить исследовательские работы, связанные с разработкой методов детекции и идентификации объектов, построения трехмерных моделей расположения объектов в пространстве, в том числе при наличии окклюзий, а также для моделирования физических характеристик составных объектов.



Контактная информация

Ефимов Альберт Рувимович, заведующий кафедрой, канд. филос. наук.

Тел.: +7 (499) 236-25-35;

e-mail: efimov.ar@misis.ru, каб. Б-904

Бакулов Константин Станиславович, заместитель заведующего кафедры, канд. экон. наук;

Тел.: +7 (499) 236-25-35,

e-mail: kik_misis@mail.ru, каб. Б-904

КАФЕДРА «МАГИСТЕРСКАЯ ШКОЛА ИНФОРМАЦИОННЫХ БИЗНЕС СИСТЕМ»



**Нежурина Марина Игоревна,
заведующая кафедрой,
канд. техн. наук**

Кафедра «Магистерская школа Информационных бизнес систем» (МШ ИБС) института Компьютерных наук НИТУ МИСИС ведет подготовку высокопрофессиональных ИТ-кадров в магистратуре для различных отраслей цифровой экономики в рамках направления «Информационные системы и технологии» по двум профилям

- Внедрение сложных информационных систем на базе интеграционных ИТ-решений;
- Экосистема больших данных для цифровой трансформации.

Кафедра МШ ИБС является выпускающей.

С 2008 по декабрь 2021 г. была институтом Информационных бизнес систем.

Научно-исследовательская деятельность кафедры охватывает полный жизненный цикл проектирования и эксплуатации корпоративных информационных систем (КИС) и программного обеспечения (ПО), инженерию и анализ Больших Данных.

Область и направления научных исследований

- Системная и программная инженерия;
- Управление проектами;
- Аналитика и инженерия больших данных;
- Внедрение сложных информационных систем на основе интеграционных ИТ-решений;
- Прогнозные модели и анализ данных в задачах материаловедения.

Кадровый потенциал подразделения

Преподаватели кафедры – известные специалисты-практики, ведущие научные работники, со-трудники компаний-партнеров, имеющие огромный исследовательский опыт, проектную отраслевую и межотраслевую экспертизу в таких областях, как металлургия, материаловедение, дизайн новых материалов, нефть и газ, машиностроение, банковское дело, телекоммуникации, ритейл, образование, энергетика и ЖКХ, транспорт и логистика, органы госуправления и т.п.

Профессорско-преподавательский состав кафедры:

1 доктор наук, 13 кандидатов наук, 16 ведущих специалистов отрасли ИТ

В числе преподавателей – сертифицированные специалисты и консультанты по управлению проектами, в их числе президент и вице-президент СОВНЕТ/IPMA.

Опыт участия в крупных проектах, выполняемых по федеральным, международным программам и для реального сектора экономики:

Сотрудники кафедры в 2023 принимали участие в 29 исследованиях в рамках НИР при выполнении хоздоговорных и государственных контрактов компаний Глоубайт, РЖД-технологии, IBS, КГ «Борлас», Сбера, Тинькофф и др. в качестве экспертов и консультантов в проектах по внедрению информационных систем. Имеется 18 актов о внедрении, остальные НИР на сегодня в стадии исполнения.

В 2023 году исследования были направлены на решение актуальных проблем сегодняшнего дня: цифровая трансформация экономики; построение моделей обработки и анализа больших данных с использованием методов машинного обучения для энергетической, торговой, финансовой отраслей; анализ больших данных в сфере материаловедения и исследования безопасности железнодорожной инфраструктуры; проектирование и внедрение архитектур, моделей, модулей сложных информационных систем в сфере госуправления, в банковской сфере, в нефтегазовой и электроэнергетической отрасли, в ритейле, в медицинской

отрасли; методические вопросы ведения ИТ-проектов и разработка ИТ-сервисов для госуслуг, электронной торговли, подбора кадров, техподдержки;

распознавание образов в видеоряде на основе нейронных сетей, анализ безопасности на основе использования геоданных и др.

В качестве примеров можно привести темы выполненных работ

- Модель проведения диагностики состояния железнодорожного пути (на примере МЦК);
- Автоматизированная модель фиксации состояния и предсказания отказов буксовых подшипников;
- Модель специализированного автоматизированного рабочего места планирования производства на системообразующем предприятии;
- Предиктивная модель расчета фазовых равновесий металлических систем;
- Алгоритм формирования золотой записи клиента в сфере ритейла;
- Методика внедрения информационной системы управления проектами для электросетевых организаций;
- Геоаналитическая система оценки инфраструктурной безопасности общеобразовательных учреждений в РФ;
- Методика анализа данных теплоемкостей простых веществ;
- Модель интеграции информационной системы налогоплательщика с АИС «Налог-3» при переходе в режим налогового мониторинга;
- Алгоритмическое и программное обеспечение для оценки санкционных рисков в банковской компании;
- Модуль Системы быстрых платежей для переводов в пользу государственных органов в российском коммерческом Банке;
- Архитектура информационной системы управления программами и проектами для образовательной организации.

Особое место в исследованиях кафедры МШ ИБС занимает предметная область материаловедение. Совместно с партнерами Химфака МГУ ведется разработка целого ряда методик на основе методов машинного обучения для расчета статистических оценок стандартных термодинамических потенциалов, численной аппроксимации теплоемкостей простых веществ, статистической оценки предсказательной способности термодинамических моделей. А также разработка алгоритма статистического сопоставления термодинамических баз данных.

Особенно актуальной в условиях импортозамещения стала работа над созданием полнофункционального межотраслевого программного комплекса для расчетов термодинамических свойств материалов, расчета фазовых равновесий, моделирования вязкости, плотности, и других физико-химических свойств материалов и т. п., дизайна новых материалов. А также взаимоинтегрируемого комплекса баз экспериментальных и теоретических данных по материалам и веществам (российский аналог репозиториев NIST MGI), который совместно с программным комплексом должен стать важным инструментом для ускорения разработки отечественных материалов, а также подспорьем для конструкторов при подборе существующих материалов.

В настоящее время на кафедре ведется работа по созданию модуля системы хранения и обработки данных для проведения термодинамических расчетов.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Bajenova I. A., Guskov A. V., Gagarin P. G., Khvan A. V., Gavrichev K. S. Experimental determination of the enthalpy of formation of the pyrochlore rare-earth hafnates // Journal of the American Ceramic Society. – 2023. – V. 106(6). – P. 3777–3791. DOI: 10.1111/jace.19027;
2. Bajenova I. A., Ivanov A. S., Konstantinova N. M., Uspenskaya I. A., Khvan A. V. Dinsdale A. T., Kondratiev A. A new thermodynamic description of pure silicon from 0 K at 1 bar // Calphad: Computer Coupling of Phase Diagrams and Thermochemistry. – 2023. – V. 81, 102554. DOI: 10.1016/j.calphad.2023.102554;
3. Bajenova I., Gvozdeva E., Khvan A., Cheverikin V. Investigation of the intermetallic phase stabilities and phase equilibria in Cu-Co-Sm system. Part 1: Cu-Sm system // Journal of Alloys and Compounds. – 2023. – V. 956, 170276. DOI: 10.1016/j.jallcom.2023.170276;
4. Bajenova I. A., Gvozdeva E. V., Khvan A. V., Cheverikin V. V. An experimental investigation of the formation enthalpies of intermetallic phases

- in the TM(Co,Fe) – REM(Tb,Ho,Er) systems // Thermochimica Acta. – 2023. – V. 729, 179606. DOI: 10.1016/j.tca.2023.179606;
5. Kuzovchikov S., Bajenova I., Khvan A., Cheverikin V. Investigation of the hardness and enthalpy of formation of the Sigma phase and the phase equilibria in the Cr-Co-Mn system // Journal of Alloys and Compounds. – 2023. – V. 964, 171263. DOI: 10.1016/j.jallcom.2023.171263;
 6. Arkhipin A. S., Pisch A., Zhomin G. M., Kuzovchikov S. V., Khvan A. V., Smirnova N. N., Markin A. V., Kovalenko N. A., Uspenskaya I. A. Thermodynamic properties of selected glasses in the CaO – Al₂O₃ – TiO₂ system // Journal of Non-Crystalline Solids. – 2023. – V. 603, 122098. DOI: 10.1016/j.jnoncrysol.2022.122098;
 7. Yudin S., Volodko S., Moskovskikh D., Alimov I., Guryanov A., Zhevnenko S., Guo H., Korotitsky A., Sidnov K., Roslyakov S., Zhang C. Fabrication of high-entropy carbide ceramics (Ti,Zr,Hf,Nb,Ta) C through low-temperature calcium-hydride reduction of oxides // Journal of the European Ceramic Society. – 2023. – V. 43(12). – P. 5108–5116. DOI: 10.1016/j.jeurceramsoc.2023.04.056;
 8. Mitish S., Sharova E., Shekhter J., Tsipes G. High Uncertainty Projects: Making 'go-no-go' Decision // Project Management in the Digital Transformation Era. IPMA 2021. Lecture Notes in Networks and Systems. – 2023. – V. 704. – P. 13 – 24. DOI: 10.1007/978-3-031-34629-3_2;
 9. Zhukova L. V., Kovalchuk I. M., Kochnev A. A., Chugunov V. R. Building a Scale for Internet Fraud Detection Using Machine Learning // Programming and Computer Software. – 2023. – V. 49. – No. 8. – P. 906–912. DOI: 10.1134/S0361768823080261.

За истекший год сотрудники кафедры по результатам НИР опубликовали более 10 статей.

Контактная информация

Нежурина Марина Игоревна, заведующая кафедрой, канд. техн. наук

Тел: +7 (495) 959-46-01,

e-mail: min@misis.ru

Москва, Малый Толмачёвский переулок, д. 8/11, стр. 3, офис 101

IV. ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ



**Митенков Алексей
Владимирович, директор
института, канд. филос. наук**

Миссия института: служение обществу путем подготовки и воспитания высококвалифицированных профессиональных кадров в области экономики и управления промышленными предприятиями, обладающих знаниями и навыками использования численных и аналитических методов и технологий для расчета, анализа и управления общественными социально-экономическими процессами; повышение экономико-управленческой культуры студентов неэкономических направлений; осуществление фундаментальных и прикладных научных исследований и аналитических разработок для народного хозяйства России.

Главная задача института – подготовка лидеров экономики – управленцев и экономистов, владеющих глубокими теоретическими знаниями и лучшими практиками, которые способны реализовать масштабные социально-экономические стратегии на локальном, региональном и федеральном уровнях.

В состав института входят

- кафедра экономики (Эк);
- кафедра индустриальной стратегии (ИС);

- кафедра промышленного менеджмента (ПМ);
- кафедра цифрового менеджмента и инновации (ЦМИ).

Научная работа Института экономики и управления промышленными предприятиями развивается в двух важнейших направлениях. Первое включает деятельность научных сотрудников и преподавателей института, научных школ. Второе – научная работа студентов, которых готовят и выпускает институт.

Научная деятельность на кафедрах института включает в себя следующие направления:

На кафедре Индустриальной стратегии (ИС) формируется стратегия социально-экономического развития промышленных регионов и градообразующих предприятий, разрабатывается нормативно-методическое обеспечение недропользования в системе минерально-сырьевого комплекса, методология и научные подходы решения общих проблем развития минерально-сырьевого комплекса России.

На кафедре Промышленного менеджмента (ПМ) важнейшими являются разработки технологии и конструирования инструментария оценки экономики и эффективности производственных процессов на предприятиях горно-металлургического комплекса Российской Федерации.

На кафедре Экономики (Эк) основными направлениями научной деятельности стали исследования в области повышения эффективности производства и коммерциализации продукции и аналитики импортозамещения.

На кафедре Цифрового менеджмента и инновации (ЦМИ) ключевой научный потенциал направлен на исследование процессов управления инновациями и цифровизации народного хозяйства. Также ведется работа по научно-исследовательским договорам с лидерами угольной отрасли.

Одним из важнейших научных направлений работы института является непрерывная научная работа студентов, которая выполняется как в рамках учебного процесса, так и выполняемых в подразделениях института хоздоговорных научно-исследовательских работ. Студенты для своих исследований собирают информацию на производственной практике в рамках НИР и на преддипломной практике. Полученные студентами научные результаты докладываются на ежегодной международной научной конференции «Императивы развития промышленности XXI века: экономические и управленческие аспекты», студенческой конференции «Дни науки НИТУ МИСИС» и «Индустриальный Университариум Стратега».

Организаторами Университариума выступают кафедра Индустриальной стратегии, кафедра Экономической и финансовой стратегии Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова, Междисциплинарная научно-образовательная школа Московского университета «Математические методы анализа сложных систем» и Центр стратегических исследований Института математических исследований сложных систем МГУ.

В рамках данной работы все кафедры института издают ежегодные сборники научных работ студентов и аспирантов, как в печатном, так и электронном

виде. В 2023 году студентами опубликовано более 150 статей и тезисов.

Институт организовывает ежегодные студенческие практики и участие молодых ученых в российских и международных конференциях.

В институте также реализуется программа аспирантуры. Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу аспирантуры, являются: концептуальные (фундаментальные) проблемы экономической науки, включая методы экономического анализа; прикладные проблемы функционирования различных экономических агентов, рынков и систем. В программу включены: практика и научно-исследовательская работа, в рамках которых обучающиеся выполняют само-

стоятельные научные исследования в соответствии с направленностью программы аспирантуры, выполнение научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук и подготовка диссертации к защите.

Обучение в очной аспирантуре института осуществляется по специальностям 5.2.3 «Региональная и отраслевая экономика».

Институт совместно с Группой «Объединенная металлургическая компания» (ОМК) создали и издают профессиональный журнал «ЭКОНОМИКА ПРОМЫШЛЕННОСТИ». Журнал внесен в список ВАК, К2. Главным редактором журнала является академик-иностранный член РАН, проф. В.Л. Квинт.

Контактная информация

Митенков Алексей Владимирович, директор института

Тел.: +7 (499) 237-16-14,

e-mail: mitenkov.av@misis.ru

КАФЕДРА ИНДУСТРИАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ



**Квент Владимир Львович,
заведующий кафедрой,
д-р экон. наук, Академик,
Иностранный член РАН
25 августа 2023 г.
Президент Российской
Федерации В.В. Путин своим
Указом № 643 наградил
В.Л. Квinta Орденом
Александра Невского**

Кафедра Индустриальной стратегии – сформировавшийся образовательный кластер, включающий различные автономные образовательные направления. В основу магистерской программы «Экономическая индустриальная стратегия» легла методология и практика стратегирования академика В.Л. Квinta. Обучение ведется по оригинальным методикам, основанным на многолетнем практическом опыте преподавания, с учетом глобальных тенденций и перспектив развития экономики.

Особенности программы

- лекции читаются видными российскими учеными и практиками, а также приглашенными иностранными профессорами. Обучение проходит на русском и английском языке;
- студентам предлагается комплекс дисциплин, состоящий из специализированных курсов согласно теории и методологии стратегирования;
- организация научно-исследовательской деятельности в тесном контакте с ведущими учеными России и мира;
- в процесс обучения интенсивно привлекаются лидеры и участники бизнес-сообществ крупных финансовых и промышленных структур;
- взаимодействие с отечественными и иностранными финансовыми институтами и корпорациями для обеспечения стажировки студентов.

Программа «Экономическая индустриальная стратегия»

- развитие у студентов стратегического мышления;
- обеспечение фундаментальными знаниями индустриальной стратегии и методами ее реализации;
- подготовка эффективных лидеров и экономистов мирового уровня;
- обучение по оригинальным методикам, учитывающим специфику отечественных и международных минерально-сырьевых рынков, динамику и перспективы их развития.
- экономико-математическое моделирование процессов индустриального стратегирования;
- стратегический финансовый менеджмент в индустриальной экономике;
- теоретические принципы и методология стратегирования процессов трансфера технологий предприятий промышленности;
- стратегическая оценка общественной и экономической эффективности инвестиционных проектов в индустриальной экономике;
- стратегический брендинг и управление деловой репутацией промышленных предприятий;
- стратегирование выставочно-ярмарочной деятельности в промышленности;
- финансовая стратегия горно-металлургического комплекса;
- стратегический финансовый менеджмент в индустриальной экономике.

Основные научные направления деятельности кафедры индустриальной стратегии

- теория индустриальной стратегии и методология индустриального стратегирования;
- стратегирование развития минерально-сырьевого и горно-металлургического комплекса;
- стратегическое лидерство и стратегическое управление трудовыми ресурсами в индустриальной экономике;

Основные результаты кафедры индустриальной стратегии по итогам 2023 г.

На кафедре под руководством проф., д-р экон. наук Т.О. Толстых реализуется грант РНФ № 23-28-01548 на тему «Интеграция предприятий в инновационные промышленные экосистемы для формирования окон возможностей развития и реализации политики импортонезависимости». Срок реализации 2023–2024 гг.

Сотрудником кафедры Надеждой Васильевной Шмелевой защищена докторская диссертация на тему: «Теория и методология стратегии развития промышленных экосистем», специальность 5.2.6 – Менеджмент.

По итогам всероссийского конкурса «Экономическая книга года» Общероссийской общественной организации «Вольное экономическое общество России» и Международного союза экономистов в категории «учебники и учебные пособия» в 2023 г. лауреатом конкурса стал учебник «Стратегическое лидерство» (Москва: КНОРУС, 2024. – 222 с. – (Магистратура) – ISBN 978-5-406-12446-8) профессора кафедры индустриальной стратегии, доктора экономических наук Ирины Викторовны Новиковой.

6 марта 2023 года в контексте VI Международной научно-практической конференции «Теория и практика стратегирования» в Университете науки и технологий МИСИС состоялась сессия «Индустриальный Университариум Стратега». Организаторами мероприятия выступили кафедра индустриальной стратегии НИТУ МИСИС, кафедра экономической и финансовой стратегии МЭШ МГУ им. М.В. Ломоносова, Междисциплинарная научно-образовательная школа Московского университета «Математические методы анализа сложных систем», Центр стратегических исследований Института математических исследований сложных систем МГУ им. М.В. Ломоносова и Школа экономики Шанхайского университета. Конференция стала платформой, на которой различные ученые, преподаватели, студенты и аспиранты смогли представить свои исследования, подискутировать на темы научных проблем и интересов, найти единомышленников.

На кафедре проходят обучение 5 аспирантов по специальности 5.2.3 – Региональная и отраслевая экономика, которые принимают активное участие в научной деятельности подразделения.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Shmeleva, N.; Tolstykh, T.; Dudareva, O. Integration as a Driver of Enterprise Sustainability: The Russian Experience. *Sustainability* 2023, 15, 9606. <https://doi.org/10.3390/su15129606> (Q2);
2. Tolstykh, T.; Shmeleva, N.; Gamidullaeva, L.; Krasnobaeva V. The Role of Collaboration in the Development of Industrial Enterprises Integration Sustainability, 15(9), 7180 – 2023. <https://doi.org/10.3390/su15097180> (Q2);
3. Гринев С. А., Квант В. Л. Формирование стратегических приоритетов промышленного развития РФ как инновационный фактор преодоления кризисных периодов. Экономика промышленности / Russian Journal of Industrial Economics. 2023;16(3):275–283. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2023-3-275-283> (BAK, K2);
4. Толстых Т. О., Шмелева Н. В., Супруненко И. Г., Курошев И. С. Цифровая платформа как экосистемный интегратор для промышленных предприятий в сфере повышения ресурсной и экологической эффективности // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2023. №3 (47). (BAK, K2);
5. Спиридонов А. А., Фадеева М. Л., Толстых Т. О. Стратегические приоритеты государственной поддержки импортозамещения в промышленности // Экономика промышленности, 16(2):166–175 Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License. (год публикации – 2023) <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2023-2-166-175> (BAK, K2);
6. Шмелева Н. В. Формирование системы интегральных показателей, отражающих окна возможностей для устойчивого развития промышленных регионов Российской Федерации // Экономика промышленности. 2023;16(1): 86–94. – <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2023-1-86-94> (BAK, K2);
7. Цыглыну П. П., Ромашева Н. В., Фадеева М. Л., Петров И. В. «Инженеринговые услуги в нефтегазовом комплексе России: актуальные проблемы, факторы и рекомендации по развитию» / Уголь. 2023. № 3 (1165). С. 45–51. (Q2);
8. Шмелева Н. В. Стратегирование потенциала развития Арктических регионов с целью реализации политики импортонезависимости // Стратегирование: теория и практика. 2023. Т. 3. № 1. С. 72–85. <https://doi.org/10.21603/2782-2435-2023-3-1-72-85> (BAK).

Контактная информация

Квирт Владимир Львович, заведующий кафедрой, д-р экон. наук, Академик
тел: +7 (499) 237-16-14,
e-mail: nshmeleva@misis.ru
г. Москва, Ленинский пр-кт, д. 4, стр. 1, ауд. Б-1118

КАФЕДРА ПРОМЫШЛЕННОГО МЕНЕДЖМЕНТА



**Костюхин Юрий Юрьевич,
заведующий кафедрой,
д-р экон. наук**

Кафедра промышленного менеджмента является структурным подразделением Института экономики и управления промышленными предприятиями имени В.А. Роменца в составе одного из ведущих университетов России – Национального исследовательского технологического университета МИСИС.

Кафедра промышленного менеджмента ведет подготовку профессиональных кадров по программам бакалавриата, магистратуры и аспирантуры.

Кафедра имеет многолетний опыт образовательной деятельности. Свою историю кафедра промышленного менеджмента ведет с 1940-х гг., когда в МИСИС была создана первая экономическая кафедра.

Кафедра является многократным победителем Всероссийского конкурса кафедр и образовательных программ «Экономика и управление» Вольного экономического общества России (в 2012–2016 гг.).

Обучение на кафедре осуществляется на основе собственных образовательных стандартов высшего образования с применением современных информационных технологий. Широко используются

мастер-классы и авторские программы. Применяются технологии профессиональной подготовки экономистов-менеджеров на основе ситуационного моделирования на примере действующих предприятий.

Студенты кафедры экономики активно вовлекаются в научно-исследовательскую работу и имеют возможность принимать участие в научно-практических исследованиях, начиная с 1-го курса. Унифицированная подготовка на 1–2 курсах позволяет студентам сделать более осознанный выбор траектории специальной профессиональной подготовки на последующих курсах.

Получаемое на кафедре образование имеет высокий статус и имидж среди предприятий-работодателей. Стратегическими партнерами кафедры являются ведущие компании добывающей промышленности России, Чехии и Польши, предостав-

ляющие возможность прохождения производственной практики на своих площадках с возможностью последующего трудоустройства.

Миссия кафедры промышленного менеджмента: служение обществу путем подготовки и воспитания высококвалифицированных профессиональных кадров в области управления, обладающих инженерно-экономическими компетенциями для решения в совместной деятельности профессиональных задач; повышениеправленческой культуры студентов неэкономических направлений; осуществление фундаментальных и прикладных научных исследований и инновационных разработок

Научно-исследовательская деятельность кафедры направлена на решение методологических проблем экономики

- Стратегический менеджмент и инструментарий для разработки эффективной стратегии;
- Системы менеджмента качества и повышение их эффективности;
- Мотивация персонала. Измерение и анализ системы мотивации на предприятии;
- Исследование роли банков и других финансовых институтов на современных финансовых рынках;
- Финансовое управление компаниями разного организационного профиля;
- Финансирование компаний: инструменты, институты, стратегии;
- Оценка и управление стоимостью бизнеса;
- Реструктуризация компаний, сделки по слиянию и поглощению, LBO и MBO;
- Риск-менеджмент;
- Диагностика предприятия с использованием интегральных показателей и оптимизационных моделей;
- Перспективы развития страхового рынка в Российской Федерации;

- Прогнозирование эффективных вариантов реализации инновационного цикла создания перспективных металлических материалов для ключевых отраслей экономики на основе междисциплинарных исследований;
- Моделирование и оптимизация производственных процессов, разработка технологии и конструирование инструмента, экономическая оценка результатов с использованием информационных, в том числе Web-технологий;
- Совершенствование управления поставками сырья для предприятия вторичной металлургии драгоценных металлов;
- Эффективные финансовые инструменты при реализации проектов на основе государственно-частного партнёрства в современных экономических условиях;
- Исследование рынка кредитного рейтинга как основы развития финансов в XXI веке.

Кадровый потенциал подразделения

На кафедре промышленного менеджмента работает 24 сотрудника, в том числе 5 профессоров, 8 доцентов, 6 старших преподавателей и 5 ассистентов. 14 сотрудников кафедры имеют ученую степень, из них степень доктора наук 5 чел.

В 2023 году на кафедру: зачислено на 1 курс 8 аспирантов, из них 2 человека на бюджетной основе, 6 – с полным возмещением затрат; на 2 курс перевелся 1 аспирант; на 3 курс перевелся – 1 аспирант.

Кафедра ведет подготовку кадров высшей квалификации по специальности по 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика специализация «Инноваци-

онная политика, механизмы и инструменты стимулирования инновационной активности, управление инновациями».

В 2023 году на кафедру зачислено на 1 курс 8 аспирантов, из них 2 человека на бюджетной основе, 6 с полным возмещением затрат.

д-р экон. наук, проф. Костюхин Ю.Ю., д-р экон. наук, проф. Сидорова Е.Ю., д-р экон. наук, доц. Стойнова И.А. являются членами Экспертного совета по специальности по 5.2.3. «Региональная и отраслевая экономика»

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Процесс развития технологий обогащения угля в России и за рубежом / С. А. Прокопьев, О. Л. Алексеева, Д. Ю. Савон [и др.] // Уголь. – 2023. – № 11(1173). – С. 96–101. – DOI 10.18796/0041-5790-2023-11-96–101. – EDN VUYYLI;
2. Modern Technologies Providing a Full Cycle of Geo-Resources Development / B. K. Cheynesh, A. V. Aleksakhin, E. N. Eliseeva [et al.] // Resources. – 2023. – Vol. 12, No. 4. – DOI 10.3390/resources12040050. – EDN JMZSWA;
3. Comprehensive Recovery of Metals in Tailings Utilization with Mechanochemical Activation / V. I. Golik, M. F. Mitsik, Yu. V. Aleksakhina [et al.] // Resources. – 2023. – Vol. 12, No. 10. – P. 113. – DOI 10.3390/resources12100113. – EDN ZPIWHA;
4. Костюхин, Ю. Ю. Анализ инструментов налогового регулирования в черной металлургии / Ю. Ю. Костюхин, Е. Ю. Сидорова // Сталь. – 2023. – № 12. – С. 53–58. – EDN WOAMPF.

Сотрудникам и кафедры за 2023 год опубликовано 39 научных и учебно-методических работ, из них 16 работ в российских научных журналах из списка ВАК, 5 в научных журналах, индексируемых в базах данных Scopus, 1 монография и 6 учебников и учебных пособий.

Монографии

Исследование альтернативных концепций налогового регулирования как фактора обеспечения новой индустриальной революции в России / А. С. Адвокатова, Е. В. Балацкий, В. П. Вишневский [и др.]. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью «Издательство «КноРус», 2023. – 490 с. – ISBN 978-5-406-11627-2. – EDN ZEXUE.

Учебники

Основы цифровой экономики и трансформации бизнеса : учебник / Е. Ю. Сидорова, О. Т. Шипкова, Е. Н. Елисеева [и др.]. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью «Издательство «КноРус», 2023. – 260 с. – ISBN 978-5-406-10523-8. – EDN NFPHCB.

Учебные пособия

Корпоративная социальная ответственность : с практикумом / А. Ю. Анисимов, Г. Е. Нургазина, О. А. Пятаева, О. О. Скрябин. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью «Издательство «КноРус», 2023. – 270 с. – ISBN 978-5-406-11240-3. – EDN XRXWNG.

Методические работы

Финансовая математика : сборник задач Зайцев И М, Богачев А С, Ломоносова О Е / М.: Издательский Дом НИТУ МИСИС, 2023

Рецензии на учебники и учебные пособия

Налогообложение участников внешнеэкономической деятельности : Учебник / Е. Ю. Сидорова, К. А. Павлюченков, А. В. Тихонова [и др.]. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью

«Издательство «КноРус», 2023. – 354 с. – (Бакалавриат). – ISBN 978-5-406-10580-1. – EDN QBZLZT. (Костюхин Ю.Ю.)

Рецензии на статьи

Лебедева, Н. Е. Оценка эффективности развития инновационной инфраструктуры угольной промышленности / Н. Е. Лебедева // Уголь. – 2023. – № 7(1169). – С. 36–40. – DOI 10.18796/0041-5790-2023-7-36-40. – EDN RJPQJU. (Стоянова И.А.)

Контактная информация

Костюхин Юрий Юрьевич, заведующий кафедрой
тел.: +7 (495) 638-44-00 вн. 04396,
e-mail: kostukhiny@misis.ru

КАФЕДРА ЦИФРОВОГО МЕНЕДЖМЕНТА И ИННОВАТИКИ



**Жагловская Анна Валериевна,
и.о. заведующий кафедрой,
канд. экон. наук**

Кафедра «Цифрового менеджмента и инноватики» (ЦМИ) является одним из ключевых подразделений в области образования и научных исследований, направленных на развитие современных технологий и инноваций в сфере управления.

Миссия кафедры ЦМИ – профессиональная подготовка высококвалифицированных специалистов в области управления, способных эффективно использовать цифровые технологии и инновации для развития бизнеса и общества в целом.

Кафедра осуществляет профессиональную подготовку по программам бакалавриата, магистратуры и аспирантуры. Образовательные траектории разрабатываются в соответствии с требованием работодателей.

Кафедра ЦМИ реализует следующие направления

- 1. 38.03.06 «Торговое дело»
- Трек «Маркетинг, продажи и электронная коммерция».
- 2. 38.04.02 «Менеджмент»
- Трек Онлайн-программа «Операционная эффективность и бережливое производство в промышленности» (специализированное высшее образование);
- Трек Онлайн-программа «Управление персоналом в промышленности» (специализированное высшее образование).
- 3. 05.02.03 «Региональная и отраслевая экономика»
- Трек «Управление устойчивым развитием промышленных комплексов, отраслей и регионов».

Образовательный трек: «Маркетинг, продажи и электронная коммерция» занимается подготовкой специалистов в области маркетинга и электронной коммерции, способных разрабатывать и реализовывать стратегии продвижения товаров, управлять маркетингом ирастить выручку компаний.

Онлайн-программа «Операционная эффективность и бережливое производство в промышленности» позволит улучшить знания и навыки по бережливому производству, необходимые для успешного управления операционной деятельностью компании, а также погрузиться в отраслевой контекст и инструментальную оснащенность для повышения производительности и эффективности работы компаний.

На этой онлайн-программе студенты научатся:

- владеть управленческими и предпринимательскими компетенциями в области управления эффективности процессов;

- разрабатывать пути повышения эффективности компании на основе методологии бережливого производства;
- совершенствовать бизнес-процессы, минимизировать издержки, создавать и выстраивать качественную операционную систему.

Вторая онлайн-программа «Управление персоналом в промышленности» нацелена на подготовку специалистов по управлению персоналом, активно внедряющих современные HR-инструменты.

На этой онлайн-программе студенты научатся:

- применять современные методы, инструменты и технологии управления персоналом для автоматизации процессов HR;
- разрабатывать пути повышения эффективности компании на основе методологии бережливого производства;
- совершенствовать бизнес-процессы, минимизировать издержки, создавать и выстраивать качественную операционную систему.

Кафедра ЦМИ выпускает высококвалифицированных специалистов, обладающих высоким уровнем профессионализма, компетенций в области управления, маркетинга, бережливого производства, управления персоналом.

Кафедра обладает высококвалифицированным кадровым потенциалом, включающим профессоров, доцентов, преподавателей-практиков. При реализации программ задействованы ведущие эксперты

в отрасли реального сектора экономики и развития персонала, коучи, бизнес-тренеры, специалисты в сфере управления и стратегического развития из крупных промышленных компаний, а также специалисты, имеющие опыт внедрения трансформаций в работу компаний.

Научный потенциал кафедры ЦМИ сконцентрирован на изучении и исследовании управления инновациями и комплексной трансформации пред-

приятий. Отличительная особенность программ подготовки заключается в практико-ориентированном подходе и возможности реализации собственного проекта.

Кафедра «Цифрового менеджмента и инноватики» реализует программы дополнительного профессионального образования для ООО «РУК» – крупнейшего лидера по добычи высококачественного коксующего угля.

Контактная информация

Жагловская Анна Валериевна, и.о. заведующий кафедрой

Тел.: +7 (926) 690-72-50,

e-mail: zhaglovskaya.av@misis.ru

V. ИНСТИТУТ БАЗОВОГО ОБРАЗОВАНИЯ



**Подвойская Наталия
Леонидовна, директор
института, канд. полит. наук**

Основная задача института – обеспечение качественного образования студентов младших курсов по основным точным и естественно-научным дисциплинам: математике, физике, химии, а также по иностранным языкам, социально-гуманитарным наукам и физической культуре. Эту задачу успешно решают 6 кафедр института: математики, физики, общей и неорганической химии, иностранных языков и коммуникативных технологий, социальных наук и технологий, физической культуры и здоровья – и 3 центра: Центр русского языка, Учебно-тренировочный спортивный центр и Образовательный центр иностранных языков. Кафедра иностранных языков и коммуникативных технологий отвечает за подготовку бакалавров и магистров по направлению «Лингвистика», кафедра физики – за подготовку аспирантов по направлению «Физика конденсированного состояния» (в 2023 г. – 5 чел.), кафедра общей и неорганической химии – за подготовку аспирантов по направлению «Обогащение полезных ископаемых» (в 2023 г. – 2 чел.). В 2023 г. состоялся запуск русскоязычной магистратуры «Цифровая лингвистика и локализация» (кафедра иностранных языков и коммуникативных технологий).

В процессе обучения применяются цифровые технологии, инновационные методики, адаптивные технологии проведения лабораторных работ, используется взаимосвязь смежных дисциплин, что позволяет обучающимся успешно расти в будущей профессии, развивать мышление и творческий подход к делу.

Качественное обучение студентов обеспечивают высококвалифицированные преподаватели, среди которых 28 докторов наук и 129 кандидатов наук. Образовательную деятельность они успешно сочетают с методической и научной работой. За прошедший год было издано 8 учебников и учебно-методических пособий, опубликовано статей в рецензируемых научных журналах, индексируемых Scopus или Web of Science, – 105, журналах списка ВАК – 119, индексируемых РИНЦ, – 212, защищено 5 патентов на изобретения.

Также качество обучения обеспечивается уникальным оборудованием, имеющимся в институте: лабораторией «Trados» и лингафонным кабинетом «Sanako Lab100».

Исследования сотрудников института посвящены фундаментальным проблемам в различных областях теоретической и прикладной математики, механики и физики, математического моделирования процессов различной природы, разработки технологий химических процессов добычи и переработки минерального сырья, производства конструкционных и медицинских материалов, электроэнергетики с применением «зеленых» технологий, добычи нефти с применением наименее токсичных реагентов, охраны окружающей среды.

Большое внимание уделяется исследованию искусственного интеллекта, современных технологий взаимодействия, их анализу и оценке влияния на социальное и экономическое развитие общества, сохранению духовных и культурных традиций у нынешнего и грядущих поколений, использованию социальных технологий в инженерном образовании. Здесь в фокусе внимания исследователей находятся процессы интернационализации образования, межкультурной коммуникации, адаптации и интеграции иностранных студентов в отечественную образовательную среду, сохранения единого научно-образовательного пространства с филиалами университета в странах СНГ, вопросы формирования личности, её социально-профессионального становления, здорового развития и реализации в обществе и семье.

Так, проводимые институтом научные исследования получают финансовую поддержку научных фондов и организаций. В прошедшем году финансовую поддержку получил проект:

«Проведение исследований влияния аминных компонентов собирателя и полимерных флокулянтов класса полиакриламидов в оборотной воде на технологический гравитационно-флотационный процесс переработки хромсодержащих шламовых хвостов Донского ГОКа (по проекту Шламы-2)» – 5,2 млн. руб. (кафедра общей и неорганической химии).

В 2023 году в рамках Программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» была создана лаборатория «Оптическая цифровая микроскопия физиологических жидкостей» (кафедра физики).

Свои научные достижения преподаватели и сотрудники института освещают на ведущих отечественных и международных конференциях и выставках, что, несомненно, способствует их профессиональному росту и повышению качества преподавания. Так, в прошедшем году были сделаны доклады более чем на 300 российских и международных научных и научно-практических конференциях.

Институт активно развивает и поддерживает научно-образовательную среду. В 2023 году сотрудники института приняли активное участие в организации и проведении:

- школ повышения квалификации для преподавателей (кол-во – 2, кафедра иностранных языков и коммуникативных технологий);
- научно-практической конференции «Английский для специальных / академических целей и будущее высшего образования» (кафедра иностранных языков и коммуникативных технологий);
- межвузовского круглого стола «Философия и новый дизайн мира» (кафедра социальных наук и технологий);
- круглого стола, посвященного Дню Московского народного ополчения (кафедра социальных наук и технологий);

- Всероссийской научно-практической конференции «Патриотическое воспитание в системе высшего образования», посвященной 82-й годовщине начала контрнаступления советских войск в битве под Москвой, 80-летию разгрома советскими войсками немецко-фашистских войск в Курской битве, 55-летию поискового движения на Белгородчине (кафедра социальных наук и технологий).

В институте на постоянной основе работают научно-методический семинар кафедры математики под руководством академика РАН В.В. Козлова и профессоров А.А. Давыдова и А.Н. Печёни, где обсуждаются последние достижения науки, новые методы и подходы в преподавании математики; учебно-научная лаборатория горно-химических процессов, обеспечивающая подготовку специалистов и кадров высшей квалификации в области процессов переработки горно-химического сырья (кафедра общей и неорганической химии).

Институт базового образования успешно решает поставленные перед ним задачи, расширяет и укрепляет свои возможности по обучению и воспитанию студентов.

Контактная информация

Подвойская Наталия Леонидовна, директор института

Тел.: +7 (495) 638-45-56,

e-mail: ibo@misis.ru

КАФЕДРА ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ И КОММУНИКАТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



**Бондарева Лилия
Владимировна, заведующий
кафедрой, канд. полит. наук**

Научно-исследовательская работа кафедры ведется по широкому кругу вопросов в области интернационализации образования, межкультурной коммуникации, коммуникативных технологий, лингвистики, медиалингвистики, лингводидактики, информационных технологий в образовательном процессе, когнитивных механизмов процессов восприятия и порождения речи. Кафедра регулярно открывает новые образовательные направления в бакалавриате и магистратуре. Кафедра ИЯКТ выступает организатором научных конференций и научно-практических семинаров для специалистов в области преподавания иностранных языков с участием международных и российских экспертов, активно проводит курсы повышения квалификации для сотрудников кафедры и внешних слушателей, развивает студенческую науку, сотрудники кафедры активно выступают в качестве оппонентов кандидатских и докторских диссертаций.

Основные научные направления деятельности кафедры

- кросскультурные исследования в области обеспечения эффективности профессиональной коммуникации;
- формирование профессиональной компетентности преподавателя;
- цифровые технологии в обучении;
- реализация модели смешанного обучения в преподавании иностранных языков;
- формирование профессиональной компетентности специалиста средствами подготовки по иностранному языку;
- разработка аспектов частной теории перевода (тематика НИТУ МИСИС);
- медиалингвистика и коммуникация;
- коммуникативные технологии в научно-образовательных отраслях.

Кадровый потенциал подразделения

Кадровый потенциал: докторов наук – 8 человек, кандидатов наук – 56 человека, аспирантов – 11 человек.

Наиболее крупные научные проекты, выполненные в 2023 году

- реализация проекта по повышению качества языковой подготовки студентов бакалавриата в соответствии с международными стандартами;
- внедрение модели смешанного обучения при реализации дисциплины «Практика иностранного языка» для специалитета;
- реализация проекта «Virtual Course Design Lab: Developing a Competency Framework for Online Course Design» / U. S.-Russia Virtual University Partnerships (UniVIP);
- проведение двух школ повышения квалификации: 1) «Перспективная модель ЕГЭ по английскому языку 2023: эффективная подготовка школьников»; 2) «Передовые практики в области преподавания английского для специальных целей»;
- организация 8-й ежегодной научно-практической конференции «Английский для специальных / академических целей и будущее высшего образования» 1–3 июня 2023 г.;
- запуск русскоязычной магистратуры «Цифровая лингвистика и локализация».

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

- внедрение проектно-ориентированного подхода для реализации профессионального компонента дисциплины «Практика иностранного языка» для студентов инженерных специальностей;
- внедрение передовых информационных технологий в профессиональную подготовку переводчиков и преподавателей иностранных языков;
- разработка концепции профессионального развития для преподавателей иностранных языков в вузе.

Подготовка специалистов высшей квалификации

Ведется подготовка к защите диссертации на соискание степени кандидата наук следующими преподавателями: Гендев И.Д., Калинина Т.М., Котенко В.В., Лугова А.Н., Пушкина Ю.В., Артамонов А.С., Дружинина А.А., Еремеева А.Р., Ломакин Б.Е., Малинина И.А., Начарова Л.И.

Ведется работа по подготовке к защите диссертации на соискание степени доктора наук преподавателями Щавелевой Е.Н., Толстых О.М., Корниенко С.А., Перфильева О.В.

Под руководством профессора Сосуновой Г.А. готовятся к защите 4 кандидатские диссертации.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Андрюшина Е. В., Григорьева Н. С. Актуальное состояние научно-экспертного дискурса о тенденциях развития российской высшей школы // Уровень жизни населения регионов России. – 2023. Т.19, № 4. С. 473–482, https://doi.org/10.52180/1999-9836_2023_19_4_1_473_482;
2. Богатырёв А. А., Гагрова О. С. Поэтика, фоносемантика и лингвоколориты артлангов Средиземья Дж. Р. Р. Толкина // Мир лингвистики и коммуникации электронный научный журнал. 2023. № 71. С. 69–92;
3. Городищев, А. В. Обработка русского языка моделями искусственного интеллекта при формировании цифрового аватара / А. В. Городищев, С. В. Ускова, Э. В. Ходенкова // Мир науки. Социология, филология, культурология. 2023. Т 14. №3. URL: <https://sfk-mn.ru/PDF/54FLSK323.pdf> (дата обращения: 09.01.2024);
4. Добросклонская Т. Г., Ломакин Б. Е. Медийная картина мира как объект научного описания // Современная коммуникативистика. 2023. № 5 (66). С. 63–71;
5. Козлова Е. Д. Нейролингвистическое обоснование и апробация методики развития рецептивных навыков с помощью аудиокниги // Научный результат. Педагогика и психология образования. 2023. Т. 9, №3. С. 82–91, <https://doi.org/10.18413/2313-8971-2023-9-3-0-7>;
6. Луканина М. В., Меркулова С. Г. Модель ADDIE в педагогическом дизайне: практический опыт НИТУ МИСИС // Высшее образование в России. – 2023. – Т. 32, № 10. – С. 151–166, <http://dx.doi.org/10.31992/0869-3617-2023-32-10-151-166>;
7. Луканина М. В., Меркулова С. Г. Модель ADDIE в педагогическом дизайне: практический опыт НИТУ МИСИС // Высшее образование в России. 2023. Т. 32, № 10. С. 151–166;
8. Сухова Н. В. Лингвосемиотическое конструирование имиджа российского университета посредством новостных англоязычных заметок на официальном сайте университета (на примере НИТУ МИСИС) // Язык. Культура. Перевод : лаборатория актуальных смыслов. Ч. 2 : сборник научных трудов : сборник статей / кол. авторов; под ред. В. А. Иконниковой, Е. В. Глушко, Н. А. Гусейновой. – Москва : РУСАЙНС, 2023. – 239 с. – С. 193–199;
9. Rossikhina O. G., Chernushkina N. V., Ermakova P. V. Reflections on achievements and shortcomings in the ielts exam in a technical university over an eight-year period. Bulletin of the South Ural State University. Ser. Education. Educational Sciences. 2023;15(2):29–41. DOI: 10.14529/ped230203
10. Shchaveleva E. N., Tolstykh O. M., & Saulembekova G. S. (2023). Expanding the Notion of Culture in Digital Course Design: Key Stakeholders and New Perspectives. In A. Arinushkina, A. Morozov, & I. Robert (Eds.), Contemporary Challenges in Education: Digitalization, Methodology, and Management (pp. 60–75). IGI Global, <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-1826-3.ch006>.

Основные научно-технические показатели

Количество публикаций: статей – 219 (в том числе в российских научных журналах из списка ВАК – 78, в научных журналах, индексируемых в базе РИНЦ – 162, индексируемых в базе Web of Science – 16, Scopus – 18), учебных пособия – 6.

80 % сотрудников кафедры прошли курсы повышения квалификации в вузах России и за рубежом, многие получили международные сертификаты.

Сотрудники кафедры более 300 раз приняли участие в около 200 конференциях в России и за рубежом.

Оборудование

- Лаборатория Trados для реализации дисциплины «Информационные технологии в переводе»;
- Мультимедийное оборудование аудиторий для реализации дисциплины «Практика иностранного языка»;
- Лингафонный кабинет «Sanako Lab100» для обучения устному и синхронному переводу.

Контактная информация

Бондарева Лилия Владимировна, заведующий кафедрой

тел.: + 7 (495) 236-42-63,

e-mail: english@misis.ru

КАФЕДРА ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



**Кузнецова Ксения
Александровна,
и.о. заведующего кафедрой**

Кафедра инфокоммуникационных технологий (ИКТ) образована в 2020 году путем объединения кафедры автоматизации и кафедры электротехники и информационных систем, является структурным подразделением Института компьютерных наук НИТУ МИСИС.

Кафедра осуществляет подготовку

- Бакалавров по направлению подготовки 09.03.02 – «Информационные системы и технологии» профиль – «Инфокоммуникационные технологии»;
- Магистров по направлению подготовки 09.04.03 – «Прикладная информатика» профиль «Цифровые двойники в промышленности».

Основные задачи, решаемые кафедрой в рамках научной деятельности:

1. Создание алгоритмического, аппаратного и программного обеспечения в области цифровых двойников и изделий для различных областей промышленности.
2. Разработка компьютерных методов и моделей описания, оценки и оптимизации информационных процессов и ресурсов, а также средств анализа и выявления закономерностей на основе обмена информацией пользователями и возможностей используемого программно-аппаратного обеспечения.

Особое внимание уделяется научно-исследовательской работе студентов. На кафедре ИКТ активно внедряются технологии проектного обучения, перевернутого учебного плана, продуктового подхода. Внедрение современных образовательных технологий позволяет повысить эффективность научно-исследовательской работы студентов на кафедре ИКТ. Основные направления студенческих НИР: разработка цифровых двойников процессов и изделий, распределенные информационные системы, IoT, распределенный реестр, создание программного обеспечения в области AI, разработка аппаратно-программных комплексов, информационная безопасность.

В 2023 г. студентами было опубликовано более 50 тезисов докладов на научных конференциях.

Основные научные направления деятельности кафедры:

- цифровые двойники процессов и изделий;

- методы разработки высокопроизводительных программ;
- моделирование и оптимизация производственных систем;
- интеллектуальные и робототехнические системы и комплексы;
- инфокоммуникационные системы и сети;
- исследования в области Data Science и Data Engineering;
- машинное обучение, анализ данных, искусственный интеллект;
- автоматизированные системы управления технологическими процессами;
- акустическая расходометрия, информационно-измерительные системы контроля параметров газовоздушной среды.

Кадровый потенциал подразделения

На кафедре ИКТ работают 33 сотрудника, в том числе:

3 профессора доктора физико-математических и технических наук; 9 доцентов кандидатов технических наук, 11 старших преподавателей, 5 ассистента, 5 человек учебно-вспомогательного персонала.

6 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

В их числе ведущие сотрудники научно – исследовательских лабораторий, центров и институтов РАН и ВУЗов (ИПМ им. М.В. Келдыша, МГУ им. М.В. Ломоносова, МГТУ им. Баумана, МАИ и др.), а также

преподаватели – практики, работающие в лабораториях и производственных подразделениях технологических и ИТ компаний (ПАО «Сбербанк», Ak Bars Digital, IEK и др.).

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

Проведение экспертизы систем «Производственное планирование и управление производством»

и «MES-металлургия» на соответствие уровню готовности технологии УГТ5.

Подготовка специалистов высшей квалификации

Кафедра инфокоммуникационных технологий выпускает аспирантов по специальностям 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» и 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами».

В 2023 на кафедре ИКТ обучалось 11 аспирантов. Темы работ связаны с применением компьютерного зрения для решения задач навигации, задачи для интеллектуальных систем в управлении процессами и определении ресурсных возможностей, машинным обучением и искусственным интеллектом.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Халкечев К.В., Халкечев Р.К., Левкин Ю.М. Математическая модель поля напряжений в целиках с учетом магистральной трещины на угольных месторождениях // Уголь. – 2023. – № 7. С. 56–58;
2. Калашников Е.А., Иванов В.В., Бакрадзе Л.Г. Система управления процессом гидроабразивной резки // Путь науки. Международный научный журнал. – 2023. – № 5 (111). – С. 24–27;
3. Колистратов М.В., Верескун А.К. Современные представления о способах применения имплантируемых микроэлектронных устройств // E-Scio. – 2023. – № 7 (82). – С. 189–198;
4. Нафиков, А.М. Фреймворк цифровых двойников для обслуживания промышленных процессов / А.М. Нафиков, М.Н. Давыдкин // Перспективы науки. – 2023. – № 5 (164). – С. 96–101;
5. Нафиков, А.М. Возможности применения нейросетевых структур обработки данных для задач навигации мобильных роботов / А.М. Нафиков // Перспективы науки. 2023. № 4 (151). С. 43–47;
6. Осипова Н.В. Сравнительный анализ алгоритмов калибровки акселерометров в составе беспилотных летательных аппаратов для мониторинга нефтепроводов // Автоматизация и информатизация ТЭК. – 2023. – № 5 (598). – С. 45–50;
7. Калашников Е.А, Иванов В.В. Система управления процессом гидроабразивной резки с закручиванием струи рабочей жидкости // Computational nanotechnology. – 2023. – № 4. – С. 63–71;
8. Osipova N.V. Investigation of the possibility of obtaining concentrate production targets based on a mathematical model of an ferrum ore processing site, CIS Iron and Steel Review. 2023. vol. 25 (2023), no 1. pp. 4–9;
9. Халкечев Р.К., Халкечев К.В. Применение теории катастроф для математического моделирования оползневого процесса на вогнутых склонах горных территорий // Устойчивое развитие горных территорий. – 2023. – Т. 15, № 3. С. 720–726;
10. Халкечев Р.К., Халкечев К.В., Левкин Ю.М., Кузьменко С.Ю. Математическое обеспечение информационной системы анализа процесса разрушения трещиноватой кровли на угольных месторождениях // Уголь. – 2023. – № 12. С. 64–66.

Оборудование

На кафедре ИКТ имеются уникальные установки и стенды для создания технологий цифровых двойников процессов и изделий, в том числе производственных, промышленной автоматизации, IoT, 3D

моделирования, разработки прототипов, приборостроения.

ИБО

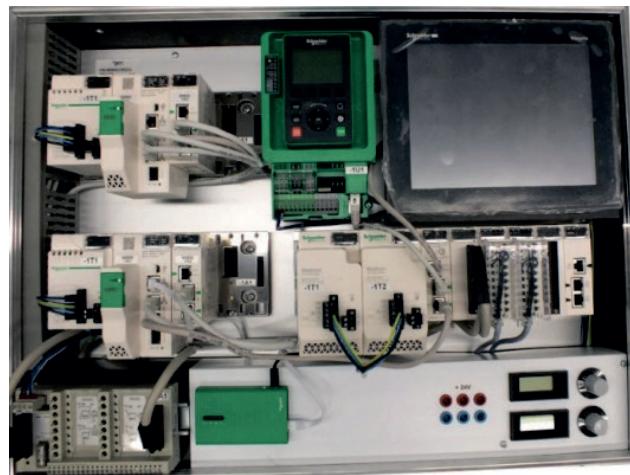
Установка позволяет проводить исследования в области цифровых двойников систем контроля параметров газовоздушного потока в технических системах.

Установка полностью спроектирована сотрудниками кафедры ИКТ.



Кольцевая аэродинамическая установка А-02з

С помощью стенда возможна проработка решений для большого числа технологических операций с привязкой разного оборудования Schneider Electric. Применение демо-стенда в учебном процессе позволяет комплексно изучить современные предложения в области IoT.



Стенд Schneider Electric M580

Характеристики:

- печать методом послойного наплавления (FDM/FFF);
- объем построения 230 x 225 x 205 мм;
- ABS, PLA пластик;
- толщина слоя 20 мкр;
- скорость печати 300 мм/с;
- OLED дисплей.



3D принтер Ultimaker2

Позволяет в автоматическом режиме проводить натурные испытания оборудования, включающие в себя сбор данных с датчиков, анализ и обработку данных, формирование отчета.



Лаборатория исследования исполнительных механизмов с микроконтроллерным управлением

Содержит широкий спектр дискретных элементов и средств контроля для проведения работ. Позволяет проводить исследование временных и спектральных характеристик сигналов управления в устройствах IoT.



Платформа макетирования и прототипирования схем согласования сигналов для устройств IoT

Характеристики:

- Температурная чувствительность 50 мК;
- Инфракрасное разрешение 320x240 пикселей;
- Цифровая видеокамера на 3,1 мегапикселей со светодиодной подсветкой.



Тепловизор FLIR B335

Контактная информация

Кузнецова Ксения Александровна, и.о. заведующего кафедрой
тел.: +7 (499) 230-94-67,

e-mail: kuznetsova.ka@misis.ru, кабинет Л-725

Стучилин Владимир Валерьевич, заместитель заведующего кафедрой
тел.: +7 (499) 230-26-33,

e-mail: stuchilin.vv@misis.ru, кабинет Л-939

Анисимова Марина Сергеевна, ученый секретарь

тел.: +7 (495) 955-01-40,

e-mail: anisimova.ms@misis.ru, Б-305

КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ



**Давыдов Алексей
Александрович, заведующий
кафедрой, д-р физ.-мат. наук**

Научно-исследовательская деятельность кафедры направлена на разработку методов решения фундаментальных проблем в математике и смежных областях, создание и развитие методик их применения к конкретным задачам прикладного характера. Результаты проводимых исследований имеют важное значение для развития самой математической науки и в ряде случаев доставляют решения конкретных задач, возникающих при изучении и моделировании процессов различной природы.

Основные научные направления деятельности кафедры

1. Качественную теорию дифференциальных уравнений и математическую теорию управления (профессора Бортаковский А.С., Давыдов А.А., Сурначев М.Д.; доценты Акимова С.А., Беляков А.О., Булатова Р.Р., Завьялова Т.В., Платов А.С. и др.);
2. Разработку математических методов решения задач теории квантовых технологий, динамики открытых квантовых систем, лазерного разделения изотопов и квантовой криптографии (профессора Печень А.Н., Трушечкин А.С.);
3. Проблемы арифметической и алгебраической геометрии, анализ взаимосвязи между многомерной теорией аделей, многомерной теорией полей классов, алгебраической K – теорией и теорией представлений дискретных нильпотентных групп (профессор Осипов Д.В.);
4. Разработка методов анализа стохастических моделей процессов различной природы, включая задачи диффузии, финансовой математики и эконометрики (профессора Шевелёв В. В., Родина Л.И., доценты Максимова О.В., Сизин П.Е., Яськов П.А.);
5. Проблемы теории и методики обучения математике в школе и вузе. (проф. Яремко Н.Н.).

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

1. Проводились построение, формализация и анализ задач управления открытыми квантовыми системами, включая задачи создания состояний и генерации целевых преобразований матриц плотности. Изучались различные мастер-уравнения с управлением, подходящие типы целевых функционалов и возможность адаптации методов оптимизации к задачам управления квантовыми системами. Проводился анализ полученных результатов;
2. Изучался формальный коцикл Ботта-Тёрстона – 2-коцикл на группе обратимых элементов кольца рядов Лорана над произвольным коммутативным кольцом со значением в мультиликативной группе этого кольца. Такой коцикл функториален по базовому кольцу. Дано сравнение формального коцикла Ботта-Тёрстона с естественным 2-коциклом, возникающим из канонического центрального расширения; приходящего из групп петель. Было доказано, что, когда коммутативное кольцо содержит поле рациональных чисел, во второй группе когомологий коцикл Ботта-Тёрстона определяет элемент, совпадающий с кратностью 12 от элемента, приходящего из 2-коцикла этого расширения;
3. Изучалась динамика популяций при наличии эксплуатации – перманентного или импульсного отбора, в том числе со случайными фактами. Для моделей, доставляемых обычновенными дифференциальными уравнениями, была описана стратегия извлечения ресурса, при применении которой с вероятностью единица достигалось наибольшее значение средней временной выгоды при условии, что начальный состав популяции постоянно сохранялся или периодически восстанавливался. Также рассматривались режимы эксплуатации, при ко-

- торых средняя времененная выгода достигала бесконечного значения. Для доказательства основных утверждений применялось следствие закона больших чисел А.Н. Колмогорова, полученное в ходе исследований. Для моделей динамики ресурса типа Колмогорова-Петровского-Пискунова и Фишера на двумерной сфере (поверхности Земли) при слабых ограничениях на параметры модели и перманентном и/или периодическом импульсном отборе плотности ресурса доказано существование единственного аттрактора нетривиальных неотрицательных решений и существование стратегии отбора, доставляющей максимум среднего временного сбора ресурса в натуральном виде;
4. Для гибридных систем управления переменной размерности получены необходимые условия оптимальности таких систем с промежуточными ограничениями. Эти условия применены к задачам управления группами подвижных объектов переменного состава. Была решена минимаксная задача назначения для группы подвижных объектов, движение которых описываются классической моделью Маркова-Дубинса. Для моделирования плоского движения БПЛА разработаны модификации модели Маркова-Дубинса, допускающие траектории неограниченной кривизны (с поворотами на месте);
 5. Разработан подход к сравнительному анализу динамических рядов параметров хода роста соцны обыкновенной *P. sylvestris*, произрастающей на особо охраняемых природных территориях Европейской территории России. В результате применения этого подхода обнаружено, что параметры вариабельности радиальных и линейных приростов сходны и обнаруживают тенденцию к снижению и стабилизации с течением времени. Исключение составляют биотопы, выходящие за границы зоны оптимума данного вида;
 6. Для хорошо известной точно решаемой модели открытой квантовой системы с чистой декогеренцией изучались зависимость скорости декогеренции на больших временах от спектральной

плотности, характеризующей взаимодействие системы с резервуаром в рассматриваемой модели, и общая проблема марковского вложения немарковской открытой квантовой динамики. Показано, что такое вложение возможно только для омических спектральных плотностей (в случае ненулевой температуры резервуара) и невозможно как для субомических, так и для сверхомических спектральных плотностей, и что, с другой стороны, для омических спектральных плотностей имеет место асимптотическая марковость (в терминах квантовой регрессионной формулы) на больших временах;

7. В области теории случайных матриц исследовано предельное спектральное распределение выборочных ковариационных матриц растущей размерности, отвечающих случайным последовательностям изотропных векторов, образующих мартингал-разность. В предположении, что (1) квадратичные формы векторов с матрицами коэффициентов, зависящими от предыстории и с нулевой диагональю, слабо концентрируются вокруг своего условного среднего значения, а (2) нормы векторов асимптотически эквивалентны корню из их размерности, доказано, что среднее значение данного распределения – это закон Марченко-Пастура. Это даже в случае независимых векторов выборки улучшает все известные в литературе результаты. В случае независимых наблюдений верно и то, что само предельное распределение будет законом Марченко-Пастура. В доказательстве использован новый метод, основанный на анализе последовательных одноранговых возмущениях преобразований Стилтьеса матриц. Данный метод является продолжением метода Шриваставы-Вершинина, применяемого для оценки собственных значений случайных матриц. (Яськов П.А.)

На кафедре работает научно-методический семинар под руководством академика РАН В.В. Козлова и профессоров А.А. Давыдова и А.Н. Печёнина, на котором обсуждаются последние достижения науки, включая достижения сотрудников кафедры, новые методы и подходы в преподавании математики.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Morzhin O.V, Pechen A.N. On optimization of coherent and incoherent controls for two-level quantum systems. Izv. Math.. 2023. T. 87. № 5. С. 1024–1050. <https://doi.org/10.4213/im9372e>; вича Паршина, Труды МИАН, 320, МИАН, М. 2023 С. 243–277. <https://doi.org/10.4213/tm4310>;
2. Осипов Д.В. Формальный коцикл Ботта – Тёрстона и часть формальной теоремы Римана – Роха. Алгебра, арифметическая, алгебраическая и комплексная геометрия, Сборник статей. Посвящается памяти академика Алексея Николаевича Паршина, Труды МИАН, 320, МИАН, М. 2023 С. 243–277. <https://doi.org/10.4213/tm4310>;
3. Родина Л.И. Волдеаб М.С. О свойстве монотонности решений нелинейных систем относительно начальных условий // Известия Института математики и информатики Удмуртского государственного университета. 2023. Т. 61. С. 27–41 <https://doi.org/10.35634/2226-3594-2023-61-02>;

4. Винников Е.В., Давыдов А.А., Туницкий Д.В. Существование максимального среднего временного сбора в КПП-модели на сфере при постоянном и импульсном отборах. Докл. РАН. Матем., информ., проц. упр.. 2023. Т. 514. № 1. С. 59–64 <https://doi.org/10.31857/S2686954323600453>;
5. Bortakovskii A.S. Necessary Optimality Conditions for Hybrid System of Variable Dimension with Intermediate Constraints. Journal of Mathematical Sciences. 2023. Vol. 270. No. 5. pp. 640–653. DOI: 10.1007/s10958-023-06376-3;
6. Максимова О.В., Кухта А.Е., Суслова С.Б. О стабилизации изменчивости приростов сосны обыкновенной в разных географических условиях Европейской территории России. Проблемы региональной экологии. 2023. № 1. С. 17–27. DOI: 10.24412/1728-323X-2023-1-17-27 ;
7. Максимова О.В., Кухта А.Е. Сравнительный анализ изменчивости линейных и радиальных приростов сосны обыкновенной в разных типах местообитаний государственного природного заповедника «Кивач». Экологический мониторинг и моделирование экосистем. 2023. Т. 34. № 3–4. С. 45–61. DOI: 10.21513/0207-2564-2023-3-4-45-61;
8. Trushechkin A.S. Long-term behaviour in an exactly solvable model of pure decoherence and the problem of Markovian embedding. Mathematics. 2023. Т. 12, № 1. 18 p. <https://doi.org/10.3390/math1201000>.

Кадровый потенциал подразделения

На кафедре работают 11 докторов наук и 26 кандидатов наук; 14 старших преподавателей, 3 ассистента и 2 инженерно-технических работника.

Основные научно-технические показатели

- публикаций в российских научных журналах из списка ВАК и РИНЦ – 31;

- в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science-22, Scopus – 23;
- конференций, в которых принимали участие сотрудники кафедры – 48, сделано 16 приглашенных и 17 пленарных докладов.

Контактная информация

**Давыдов Алексей Александрович, заведующий кафедрой,
д-р физ.-мат. наук, проф.
Тел.: +7 (499) 230-70-28;
e-mail: davydov.aa@misis.ru**

КАФЕДРА ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ



**Пестряк Ирина Васильевна,
заведующий кафедрой,
д-р техн. наук**

Кафедра общей и неорганической химии наряду с основной задачей – формирование знаний в области химии обучающихся в университете на различных уровнях подготовки по всем образовательным программам, выполняет задачи по созданию новых научных технологий в области переработки минерального сырья и разработки новых материалов. Научные направления, реализуемые на кафедре, сконцентрированы на химических и физико-химических процессах добычи и переработки минерального и техногенного сырья, охраны окружающей среды, производства конструкционных и строительных материалов, медицинских материалов. Основными целями и задачами проводимых научных работ являются: повышение комплексности использования сырья; повышение эффективности процессов обогащения руд, переработки техногенных отходов; повышение качества природных и оборотных вод; разработка принципиально новых медицинских материалов с уникальными свойствами.

Основные научные направления деятельности кафедры

- Разработка химических и физико-химических процессов и технологий извлечения цветных и черных металлов, алмазов, редких и редкоземельных элементов из природного и техногенного сырья;
- Разработка технологий обогащения углей и производства твердого бытового топлива;
- Разработка способов и средств оперативного контроля качества и оптимизации обогатительных процессов;
- Разработка процессов и аппаратов для гидрохимической переработки руд и отходов обогащательного и металлургического производства, минерализованных природных вод;
- Разработка технологий для рециклинга стоков горно-обогатительного и нефтеперерабатывающего производства;
- Термохимия материалов и термодинамическое моделирование процессов каталитической конверсии углеводородов в микроволновых полях;
- Разработка и создание новых функциональных медицинских материалов для стоматологии и ортопедии.

Кадровый потенциал подразделения

На кафедре ОиНХ работают 2 доктора технических наук, 8 кандидатов химических наук, 1 кандидат технических наук.

5,2 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

НИР по теме «Проведение исследований влияния аминных компонентов собирателя и полимерных флокулянтов класса полиакриламидов в оборотной воде на технологический гравитационно-флотационный процесс переработки хромсодержащих шламовых хвостов Донского ГОКа (по проекту Шламы-2)» объемом 5,2 млн. руб.

В 2023 г. проведено развитие лаборатории за счет приобретения и освоения нового оборудования для проведения исследовательских работ в области классификации и флотации рудного сырья и углей, рентгенолюминесцентного анализа и сепарации минерального сырья. Освоены новые методики исследований руд, концентратов, гидрометаллургических кеков, по направлениям: – обогащение

и переработки руд цветных и черных металлов, углей, алмазосодержащего сырья, складированных отходов; – очистка водных сред (реагентов и стоков); – сорбция, экстракции и электроэкстракция ценных компонентов. Новым направлением исследований является бионеорганическая химия, процессы кристаллизации в биологических системах.

На кафедре общей и неорганической химии проводится подготовка кадров высшей квалификации. Тематика работ – «Каталитическая конверсия C_6 углеводородов в микроволновых полях» (совместно с лабораторий нанохимии и экологии) и «Повышение эффективности флотации апатита с применением реагентов – регуляторов группы эфиров фосфорной кислоты в условиях водооборота» (совместно с Кировским филиалом АО «Апатит»).

Штатные сотрудники кафедры осуществляли руководство и участвовали в выполнении

- грант Президента РФ 2022–2023 по теме «Синтез новых тиазолидин-4-онов и их спироциклических производных»;

- грант РНФ по теме: «Синтез полигетероциклических производных спирооксиндолов – перспективных противоопухолевых средств»;
- грант Президента РФ 2022–2023 по теме «Синтез новых спироосочлененных производных оксиндолов – перспективных противоопухолевых средств»;
- грант РНФ «Теоретическое и экспериментальное обоснование нового класса люминофорсодержащих реагентов-модификаторов и механизма их селективного закрепления на поверхности алмазов для идентификации и эффективного извлечения слабо и аномально люминесцирующих алмазов из кимберлитовых руд» (совместно с ИПКОН РАН).

Сотрудники кафедры приняли участие в 26 научных и научно-практических конференциях, из них 25 в России. На этих форумах было представлено 30 докладов, в том числе аффилированные с НИТУ МИСИС – 19.

Опубликовано 28 тезисов, 10 из которых представлены в базе РИНЦ.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Чантурия В.А., Морозов В.В., Двойченкова Г.П., Чантурия Е.Л. Повышение селективности модификации спектральных характеристик алмазов перед процессом рентгенолюминесцентной сепарации // Устойчивое развитие горных территорий. 2023. Т. 15. № 2 (56). С. 338–348. (Chanturia, V.A., Morozov, V.V., Dvoichenkova, G.P., Chanturia, E.L. Increasing the selectivity modification of diamonds spectral characteristics before the X-ray luminescent separation process. Sustainable Development of Mountain Territories, 2023, 15, 2, C. 338–348). <https://doi.org/10.21177/1998-4502-2023-15-2-338-348> – Скопус и BoC, K1;
2. Соколов И.В., Морозов В.В., Васильев В.В., Лебедик Е.А. Опыт использования анализатора ВАЗМ-1м в системах контроля и управления трубными мельницами и измельчительными переделами мельница – гидроциклон. Цветные металлы. 2023. № 4. С. 71–76. (Sokolov, I.V., Morozov, V.V., Vasiliev, V.V., Lebedik, E.A. the practice of using vazm-1m analyzer in monitoring and control systems designed for tube mills and mill/cyclone stageS, Tsvetnye Metally, 2023, (4), Pp. 71–76). DOI <https://doi.org/10.17580/tsm.2023.04.09> – Скопус, K1;
3. Morozov, V., Dvoichenkova, G., Podkamenny, Y. Development and experimental testing of composite and plastic imitators of natural diamond crystals, AIP Conference Proceedings, 2023, 2910(1), 020104. <https://doi.org/10.1063/5.0166970> – Скопус, K1;
4. Izmost'ev A.N., Vinogradov D.B., Kravchenko A.N., Kolotyrkina N.G., Gazieva G.A. Diastereoselective Synthesis of Dispiro[Imidazothiazolotriazine-Pyrrolidin-Oxindoles] and Their Isomerization Pathways in Basic Medium // Int. J. Mol. Sci. 2023, 24(22), 16359. <https://doi.org/10.3390/ijms242216359>. – Скопус. Q1;
5. Elena Yu Rogatkina, Svetlana E. Mazina, Alexey N. Rodionov, and Alexander A. Simenel. Ferrocenes and porphyrins as acidithiobacillus ferrooxidans growth activators under ultrasound irradiation // ChemistrySelect, 2023, 8, e202302770, <https://doi.org/10.1002/slct.202302770>. Скопус. Q2;
6. Makova A.S., Kustov A.L., Davshan N.A., Mishin I.V., Kalmykov K.B., Shesterkina A.A., Kustov L.M. Synthesis of ferrierite-type zeolite by microwave method using ethylenediamine as an organic structure-directing agent // Mendeleev Communications, 2023, V. 33 (4), P. 528–530. <https://doi.org/10.1016/j.mencom.2023.06028>. Scopus;
7. Морозов В.В., Чантурия В.А., Двойченкова Г.П., Чантурия Е.Л., Подкаменный Ю.А. Выбор органических коллекторов в составе люминофорсодержащих модификаторов для извлечения слабосветящихся алмазов Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2023. № 2. С. 122–133. (Morozov, V.V., Chanturia, V.A., Dvoichenkova, G.P., Chanturia, E.L., Podkamenny, Y.A. Selecting Organic Collectors for Luminophore-Bearing Modifying Agents to Extract Weakly Fluorescent Diamonds.

- Journal of Mining Science, 2023, 59(2), pp. 292–301) <https://doi.org/10.1134/S1062739123020126> Скопус и Веб (РНФ, ИПКОН РАН);
8. Чантурия В.А., Морозов В.В., Двойченкова Г.П., Чантурия Е.Л. Модифицирование характеристики аномально светящихся алмазов люминофорсодержащими композициями для повышения селективности процесса рентгенолюминесцентной сепарации // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2023. № 3. С. 108–122. ((Chanturia, V.A., Morozov, V.V., Dvoichenkova, G.P., Chanturia, E.L. Modification of Properties of High Luminous Diamonds with Luminophore-Bearing Compositions towards Enhanced Selectivity of X-Ray Luminescence Separation. Journal of Mining Science, 2023, 59(3), pp. 443–456) <https://doi.org/10.1134/S1062739123030110> Скопус и Веб (РНФ, ИПКОН РАН);
 9. Чантурия В.А., Морозов В.В., Двойченкова Г.П., Подкаменный Ю.А., Тимофеев А.С. Оптимизация состава и условий применения средств для модификации спектральных характеристик алмазов при рентгенолюминесцентном разделении // Горные науки и технологии. – 2023. – 8(4). – 313–326. (Chanturiya V.A., Morozov V.V., Dvoichenkova G.P., Podkamennyi Yu. A., Timofeev A.S. Optimizing composition and application conditions of agents for modifying spectral characteristics of diamonds in X-ray luminescence separation. Mining Science and Technology (Russia). 2023;8(4):313–326. <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2023-09-154>) Скопус. (РНФ, ИПКОН РАН);
 10. Chanturiya V.A., Morozov V.V., Dvoichenkova G.P., Chanturiya E.L. Selection of reagent compositions for modifying spectral characteristics of weakly and anomalously luminescent diamonds in the process of x-ray luminescence separation // Journal of Mining and Metallurgy, 59 A (1) (2023) pp. 49–60. (РНФ, ИПКОН РАН).
- В 2023 г. преподавателями и сотрудниками кафедры было опубликованы: 19 научных статей, в том числе Scopus и WoS – 18;
- Зарегистрировано 2 объекта интеллектуальной собственности (патентов на изобретение).

Объекты интеллектуальной собственности

1. Патент РФ 2807864 Способ получения цеолита со структурой типа ферриерит // Макова А.С.,

Контактная информация

Пестряк Ирина Васильевна, заведующий кафедрой, д-р техн. наук
e-mail: inorgchem@misis.ru
119049, Москва, Крымский вал 3

Кустов Л.М. Опубликовано 21.11.2023 Бюл. № 33
 (афилл. с НИТУ МИСИС);

2. Чантурия В.А., Морозов В.В., Двойченкова Г.П., Чантурия Е.Л., Тимофеев А.С. Реагент-модификатор спектральных характеристик алмазов в процессах рентгенолюминесцентной сепарации. Патент на изобретение RU 2793164 C1, 29.03.2023. Заявка № 2022130365 от 23.11.2022.

Доклады конференций

1. Chanturia V.A., Morozov V.V., Dvoichenkova G.P., Chanturia E.L., Podkamenny Yu.A. Innovative technology for the recovery of abnormally luminescent diamonds based on the use of luminophore-containing modifiers // in: XVI International Mineral Processing and Recycling Conference. University of Belgrade, Technical Faculty in Bor, 2023. – Pp. 23–31.(плenарный доклад);
2. Morozov V.V., Morozov Y.P., Zorigt Ganbaatar, Lodoy Delgerbat, Erdenezul Jargalsaikhan. Scanning flatbed optical ore quality analyzer // In: XVI International Mineral Processing and Recycling Conference. University of Belgrade, Technical Faculty in Bor, 2023. – pp. 344-349;
3. Двойченкова Г.П., Коваленко Е.Г., Морозов В.В., Чуть-Ды В.А., Тимофеев А.С. Результаты стендовых испытаний собираательных свойств реагентов, альтернативных мазуту флотскому // Материалы XXVIII Международной научно-технической конференции «Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья». Екатеринбург, 2023. – С. 30–33. РИНЦ;
4. Ахмадуллина Д.Р., Чиканова Е.С. Исследование кинетики кристаллизации фосфатов кальция из модельного раствора слюны детей до 10 лет. XII Международная научная конференция «Кинетика и механизм кристаллизации. Кристаллизация и материалы будущего». Тезисы докладов. Иваново, 2023. С. 189–190;
5. Гапеев К.В., Чиканова Е.С., Волков П.В., Романова Ю.Г. Моделирование биологической нанопленки на поверхности зуба и изучение ее разрушения в модельном растворе слюны *in vitro* в присутствии фермента декстраназы. XII Международная научная конференция «Кинетика и механизм кристаллизации. Кристаллизация и материалы будущего». Тезисы докладов. Иваново, 2023. С. 195–196.

КАФЕДРА СОЦИАЛЬНЫХ НАУК И ТЕХНОЛОГИЙ



Научно-исследовательская деятельность кафедры направлена на решение как фундаментальных проблем методологии социального и междисциплинарного научного поиска, так и прикладных вопросов использования социальных технологий в инженерном образовании для повышения конкурентоспособности выпускников и формирования у них патриотического самосознания. Цель научного коллектива кафедры – интегрировать новейшие социальные знания и технологии с различными дисциплинами инженерного цикла и одновременно – создавать специальные научные направления, развивающие мышление студентов, их креативность и навыки социальной коммуникации, позволяющие им освоить современные подходы повышения личной эффективности и конкурентоспособности в условиях информационного общества.

**Тимошук Нина Александровна,
и.о. заведующего кафедрой,
д-р пед. наук**

Основные научные направления деятельности кафедры

- проблемы философии и методологии гуманистического, естественнонаучного и технического знания, общих проблем научных исследований и технологий;
- теоретико-методологические проблемы развития личности в условиях информационного общества;
- эволюция идеально-содержательного наполнения дисциплин гуманитарного цикла с целью формирования патриотического самосознания студентов;
- философская антропология постmodерна;
- прикладные проблемы психолого-педагогической поддержки студентов;
- структурирование и функционирование политических идеологий;
- социальные технологии и проблема персональной эффективности в инженерном образовании;
- философский анализ творческой свободы личности как движущей силы истории.

Кадровый потенциал кафедры

На кафедре работают 5 профессоров, из них 3 д-р филос. наук, 1 д-р пед. наук, 1 д-р ист. наук; 13 доцентов, из них 6 канд. филос. наук, 2 канд. ист. наук, 1 канд. техн. наук, 1 канд. экон. наук, 1 канд. полит. наук, 1 канд. пед. наук, 1 канд. юрид. наук.

3 старших преподавателя; 2 ассистента; 1 специалист по УМР 1 категории.

Процент остеиненности кафедры составляет 79 %.

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

1. Описана воспитательная система университета, предложена комплексная модель патриотического воспитания в техническом университете;
2. Предложено обоснованное понимание проблем государственной информационной политики России как важного фактора информационного противоборства;
3. Разработана технология применения сценарного метода прогнозирования политических процессов к решению задач государственной информационной политики;
4. Определены миграционные факторы формирования и укрепления патриотизма в молодежной среде университета;

5. Проведен психолого-педагогический анализ проблем информационного общества, а также определены перспективные педагогические технологии формирования личностных качеств студента, обеспечивающих конкурентоспособность и комфортность вхождения на рынок труда;
6. Разработаны базовые положения направленной на социально-экономическое развитие российских территорий методики наставнического трека в сфере образования;
7. Проведена работа по определению философско-методологических подходов к рассмотрению современных общественных проблем в контексте возможностей использования технологии искусственного интеллекта;
8. Исследованы возможности метода игрофикации в учебном процессе с целью формирования патриотического самосознания студентов;
9. Проведено исследование социокультурных особенностей российских IT-специалистов;
10. Предложено обоснованное понимание политической культуры как общественного явления;
11. Аргументировано влияние языка на человеческое сознание с точки зрения аудио-фонических эффектов гармонии мысли;
12. Проведен социально-исторический анализ явления «культуры отмены» в западном обществе во время Второй мировой войны и в настоящий момент;
13. Подготовлен ретроспективный анализ фотоматериалов центральных периодических изданий 1941 года с точки зрения отражения настроений жителей и обстановки в г. Москва как прифронтовой территории;
14. Изучено влияние деятельности предприятий горнодобывающего сектора на качество воздуха в крупных городах (на примере города Ташкента);
15. Проведено исследование социально-исторического феномена «охочих людей», рассмотрены учебно-методические аспекты использования данных в качестве патриотического компонента в преподавании дисциплины «История России»;
16. Рассмотрены общественно-политические аспекты обеспечения продовольствием Москвы и Московской области в 1917–1922 г.г.;
17. Проведен социально-исторический анализ различных аспектов общественно-политической жизни России в XVII веке;
18. Определены отличительные черты трансформации музейной экспозиции в послереволюционной России XX века.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Тимощук Н.А., Мякинькова С.Н. Формирование профессионально-ориентированной транзитивности у студентов технического университета с помощью педагогической технологии мастерских // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. – 2023. – Т. 25, № 91. – С. 90–98. – DOI 10.37313/2413-9645-2023-25-91-90-98;
2. Тимощук Н.А., Мотора Л.С. Реализация государственной молодежной политики в сфере патриотического воспитания посредством введения дисциплины «Основы российской государственности» в образовательный процесс вуза // Патриотическое воспитание в системе высшего образования: Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. М.: Издательский Дом НИТУ МИСИС, 2023. С. 397–402;
3. Каюмов А.Т. Язык и реальность: информация как средство социального инжиниринга и управления // Социально-гуманитарные знания. 2023. № 9. С. 77–79;
4. Каюмов А.Т. Молодежь в современном российском обществе: к постановке проблемы // Патриотическое воспитание в системе высшего образования: Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. М.: Издательский Дом НИТУ МИСИС, 2023. С. 331–336;
5. Максименко Е.П. Великий русский композитор Петр Ильич Чайковский в контексте западного варварства: страницы истории (к 130-летию со дня смерти композитора) // Genesis: исторические исследования. 2023. № 8. URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=43645;
6. Максименко Е.П. «Даже тротуары покрывались изображениями крыш и окон...». Прифронтовая Москва 1941 года в фотографиях военных корреспондентов // Военно-исторический журнал. 2023. № 5. С. 16–27;
7. Максименко Е.П. Скульптурные памятники горнякам (СССР, 1930-е гг.) // XXXI Международный научный симпозиум «Неделя горняка – 2023». Секция «Горное дело: история горной про-

- мышленности и профессии». Сборник научных статей. М.: Изд.дом НИТУ МИСИС, 2023. С. 40–57;
8. Артемов С.Н., Горлов В.Н. Становление социального заказа генерального плана реконструкции Москвы 1935 года // История: факты и символы. Учредители: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина. № 1 (34) / Елец, 2023. – С. 20–31;
9. Артемов С.Н., Горлов В.Н. Государственные трудовые резервы СССР в 1940–1950-х годах:
10. Артемов С.Н., Горлов В.Н. Переход на микрорайонный принцип застройки Москвы во второй половине 1950-х – первой половине 1960-х гг.: противоречия становления и развития // Локус: люди, общество, культуры, смыслы. 2023. Т. 14. № 1. С. 79–97.

Основные научно-технические показатели

- количество публикаций: статей – 32, в том числе: в российских научных журналах из списка ВАК – 11, в научных журналах, индексируемых в базе данных РИНЦ – 17;
- количество конференций, в которых участвовали сотрудники кафедры – 14.

Контактная информация

**Тимощук Нина Александровна, и.о. заведующего кафедрой,
д-р пед. наук, профессор
Тел.: +7 (499) 237-65-80,
e-mail: snit@misis.ru**

КАФЕДРА ФИЗИКИ



**Ушаков Иван Владимирович,
заведующий кафедры,
д-р техн. наук, акад. РАЕН**

Кафедра физики является структурным подразделением Института базового образования НИТУ МИСИС, являющегося одним из ведущих научно-образовательных центров Российской Федерации. Кафедра физики активно развивает современные технологии обучения. Для проведения занятий привлекаются ведущие ученые, педагоги, представители современного высокотехнологичного производства.

Целями научных разработок, проводимых на кафедре физики

- 1) формирование физико-механических свойств наноструктурных материалов методом селективной лазерной обработки;
- 2) исследование физических закономерностей деформирования и разрушения на границе нанокристаллического и кристаллического материала в условиях криогенных температур и радиационного воздействия;
- 3) исследование оптических свойств физиологических жидкостей человека и разработка медицинского лабораторного диагностического оборудования основанного на новых принципах получения и обработки микроизображений нативной крови человека.

Кафедра физики занимается подготовкой бакалавров и специалистов, обучающихся по инженерным специальностям, а также аспирантов обучающихся по группе научных специальностей 1.3. «Физические науки», наименование научной специальности 1.3.8 «Физика конденсированного состояния». Эффективность аспирантуры по состоянию на 2023 год – 100 %. Подготовка высококвалифицированных научных и педагогических кадров относится к перспективным направлениям работы кафедры физики.

Основные научные направления деятельности кафедры

1. Выявление физических закономерностей селективного воздействия лазерных импульсов на неоднородные области в твердых материалах и создание новых технологий лазерной обработки. Упрочнение материала и повышение пластических характеристик основано на взаимодействии наносекундного лазерного импульса с дефектными областями. Селективное лазерное воздействие приводит к изменениям в структуре поверхностного слоя материала и/или способствует локальному залечиванию нано- и микроразмерных дефектов;
2. Исследование физических закономерностей деформирования и разрушения на границе нанокристаллического и кристаллического материала. Создание композиционных соединений, сохраняющих высокую механическую прочность при криогенных температурах и в условиях воздействия ионизирующего излучения;
3. Оптическая цифровая микроскопия физиологических жидкостей человека в их нативном состоянии. Ключевым направлением исследований лаборатории «Оптической цифровой микроскопии физиологических жидкостей» кафедры физики, является развитие и расширение возможностей диагностических методов оптической микроскопии путем объединения трех составляющих: 1) исследование клеток и других микрокомпонентов физиологических жидкостей человека в нативном состоянии; 2) использование таких методов микроскопии как фазовоконтрастной, люминесценцентной, интерференционной, голографической и т.д.; 3) применение приёмов машинного зрения, а также нейросетей для анализа микроизображений клеток и микрокомпонентов биологических тканей.

Кадровый потенциал подразделения

Докторов наук, проф. – 2 чел., кандидатов наук, доц. – 17 чел., аспирантов – 5 чел.

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

1. Разработана физическая модель селективного воздействия наносекундных лазерных импульсов на микро- и наноразмерные дефектные области в металлических сплавах на основе титана. Основные теоретические представления прошли экспериментальную верификацию. Предложены методики селективной лазерной обработки, позволяющие одновременно повысить микро-/нанотвердость и стойкость к формированию трещин. Отличительной особенностью селективной лазерной обработки является то, что лазерное излучение воздействует только на дефектные области, не влияя и не изменяя структуру и свойства бездефектных участков материала.
2. Разработано композиционное соединение нанокристалический – кристаллический материал, которое сохраняет прочностные свойства при криогенных температурах.
3. В 2023 году на кафедре физики создана лаборатория «Оптической цифровой микроскопии физиологических жидкостей». Лаборатория создана в рамках Программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» на основании решения Управляющего комитета (Протокол № 17 от 24.07.2023) и реализации проекта К7-2023-010 (кафедра физики является одним из победителей конкурса) с объемом финансирования 625 000 рублей в 2023 г.

Подготовка специалистов высшей квалификации

В аспирантуре обучается 5 аспирантов, в том числе: на первом курсе – 2 аспиранта, на третьем курсе – 2 аспиранта, на четвертом курсе – 1 аспирант. В 2024 году планируется защита ВКР и кандидатской диссертации аспирантом четвертого курса Ошоровым А.Д. Эффективность аспирантуры кафедры физики в настоящий момент оставляет 100 %.

По результатам конкурса аспирант кафедры физики Ошоров Аюр Дащеевич выиграл конкурс на стипендию Правительства Российской Федерации для аспирантов (обучающимся очно по приоритетным направлениям) на 2023–2024 учебный год (приказ №4222ст от 13.07.23).

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. W. Zhiqiang, P. Balabanov, D. Muromtsev, I. Ushakov, A. Divin, A. Egorov, A. Zhirkova, Y. Kucheryavii, A System for the direct monitoring of biological objects in an ecologically balanced zone // Drones. 7–1 33. <https://doi.org/10.3390/drones7010033>;
2. Ushakov I.V., Safronov I.S., Oshorov A.D., Zhiqiang W., Muromtsev D.Y. Physics of the Effect of High-Temperature Pulse Heating On Defects in the Surface Layer of a Metal Alloy // Metallurgis. 2023. DOI:10.1007/s11015-023-01588-z;
3. Shinkin V.N. The curvature of steel bimetallic beam after its axial elastoplastic stretching // Chernye metally. 2023. No. 4. pp. 60–64. DOI:10.17580/chm.202304.10;
4. Shinkin V.N. Residual curvature of bimetallic sheet at elastoplastic bending // Chernye metally. 2023. No. 7. pp. 67–70. DOI:10.17580/chm.2023.07.08;
5. Safronov, I., Minaev, V., Ushakov, A., Gribkova, O., Optimization and modeling of electric generators elements of wind power plants // E3S Web of Conferences 431, 02023 (2023), <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343102023>;
6. Ryabtsev S.V., Obvintseva N.Yu., Ghareeb D.A.A., Al-Habeeb A.A.K., Shaposhnik A., Turishchev S., Domashevskaya E.P. Thin-Film Oxide Materials for Ozone Detection in Thermal Modulation Mode // Inorganic Materials 2023 59(5):487–493. DOI:10.1134/S0020168523050151.

Основные научно-технические показатели, количество

- Публикации в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 7;
- Публикации в научных журналах из списка ВАК – 8;
- премий и наград за научно-инновационные исследования – 1;
- патентов и программ ЭВМ – 3.

В 2023 г. сотрудники кафедры приняли участие в работе шести международных конференций, на которых было представлено семь докладов.

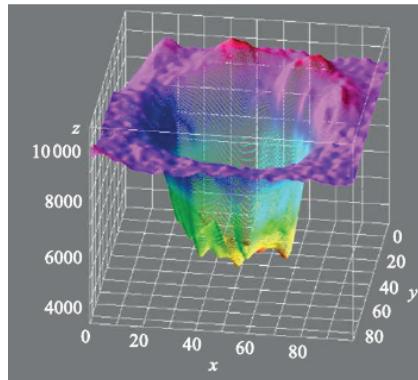
Оборудование

В рамках гранта К7-2023-010 на кафедре физики создана лаборатория оптической цифровой микроскопии физиологических жидкостей человека. На кафедре разработан уникальный лабораторный

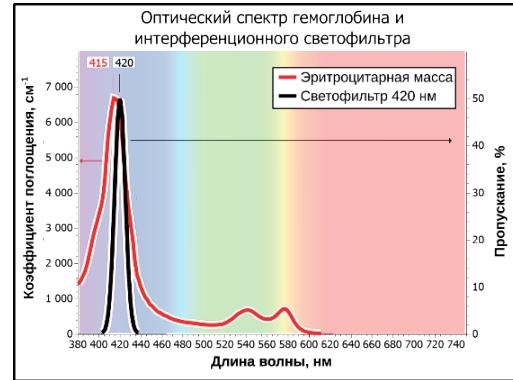
программно-аппаратный комплекс, предназначенный для определения эритроцитарных показателей крови человека.



а)



б)



в)

Оборудование лаборатории «Оптической цифровой микроскопии физиологических жидкостей»:
 а) полуавтоматический микроскопический комплекс с возможность уникального спектрального анализа клеток; б) компьютерная обработка изображения, полученного на нативной крови; в) сравнительный анализ оптического спектра поглощения света клетками крови

Контактная информация

**Ушаков Иван Владимирович, заведующий кафедрой физики,
 д.т.н., профессор, акад. РАЕН,
 тел.: +7 (977) 559-26-89,
 e-mail: ushakov.iv@misis.ru,**

КАФЕДРА ЭКОНОМИКИ



**Елисеева Евгения Николаевна,
и.о. заведующего кафедрой
экономики, канд. экон. наук.**

Кафедра экономики является структурным подразделением Института экономики и управления промышленными предприятиями им. В.А. Роменца.

Цели, задачи, перспективы научной деятельности

Основной целью научной деятельности кафедры экономики является повышение эффективности процессов генерирования новых знаний, признаваемых научным сообществом, востребованных в образовательном процессе и практической деятельности различных субъектов национальной экономики.

Научно-исследовательская деятельность кафедры направлена на развитие научных исследований, повышение научно-педагогического уровня и профессиональной квалификации преподавателей, достижение общественно-значимых результатов, способствующих развитию теории и практики, на использование результатов научно-исследовательских работ с целью подготовки специалистов высшей квалификации.

Задачи научной деятельности кафедры экономики

- активизация научных исследований по профилю кафедры;
- развитие научного потенциала кафедры по фундаментальным и практико-ориентированным научным проблемам экономики;
- разработка научноемких исследований в интересах развития экономики;
- развитие познавательного и научного интереса студентов посредством их участия в проектных исследованиях, научно-практических конференциях, аналитической деятельности, формирование навыков написания научно-исследовательских работ.

Перспективы научной деятельности кафедры экономики

Университетская наука должна быть достаточно развитой и активной по направлениям подготовки будущих выпускников. В данном контексте кафедра рассматривает последовательно работу по привлечению студентов к научной деятельности, а также позиционирование науки как базовой площадки для подготовки востребованных исследователей.

Создание тесной взаимосвязи между университетской, академической и отраслевой наукой осуществляется при построении четкой структуры научной деятельности: кафедра – преподаватели – студенты – творческий коллектив – фундаментальные исследования с актуальной тематикой.

Научно-исследовательская работа преподавателей кафедры

Научная работа кафедры интегрирована с образовательной деятельностью. Результаты научно-исследовательской работы кафедры активно внедряются и используются в учебном процессе кафедры и способствует повышению качества подготовки выпускников высокой квалификации.

Мулирование участия студентов в научных исследованиях и конкурсах научно-исследовательских работ различного уровня; публикацию результатов исследований в ведущих российских изданиях.

Кафедра осуществляет организацию научно-исследовательской деятельности, направленную на сти-

Приоритетные темы научных исследований преподавателей кафедры экономики

- глобализация, транснационализация и концентрация производства и капитала в мировой экономике, экономические кризисы, накопление капитала в современной России;
- формирование инструментария и применение методов управления предприятиями для обеспечения их устойчивого развития;
- формирование механизма устойчивого развития градообразующих промышленных предприятий в условиях современных вызовов;
- формирование принципов экономики замкнутого цикла в современных условиях высокой экономической волатильности;
- формирование методического инструментария бизнес – анализа деятельности предприятий;
- разработка методологических подходов к оценке цифровой зрелости компаний;
- проработка методологии оценки эффективности реальных инвестиций и инвестиционных проектов в условиях современной экономики;
- формирование инструментов и методов проектного управления;
- формирование механизма трансформации кадрового потенциала;
- формирование механизма управления денежными потоками корпорации;
- формирование налоговой политики организации на основе риск-ориентированного подхода;
- разработка предложений по управления финансовыми рисками и интеграционными процессами;
- развитие методов анализа и контроля финансово-хозяйственной деятельности экономических субъектов.

Кадровый потенциал подразделения

На кафедре экономики общее количество сотрудников составляет 38 человек, в том числе: 4 профессора, д-р экон. наук, 1 доцент, д-р экон. наук, 20 доцентов, канд. экон. наук, 7 старших преподава-

телей, 1 ассистент, 1 ведущий эксперт по учебно-методической работе, 4 лаборанта. В настоящее время на кафедре обучается 12 аспирантов.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Aleksakhin A.V., Eliseeva E.N. (в соавторстве) Modern technologies providing a full cycle of geo-resources development // Resources. 2023. T.12. № 4;
2. Бобошко, Д.Ю. Цифровые экосистемы и их роль в развитии малого и среднего предпринимательства в РФ // Экономика и управление инновациями. – 2023. – № 2 (25). – С. 22-30;
3. Бобошко, Д.Ю. Имущественные налоги физических лиц: анализ особенностей уплаты в связи с переходом на использование единого налогового счета в 2023 году // Налоги. – 2023. – № 2. – С. 2-6;
4. Елисеева Е.Н. (в соавторстве) Маржинальный подход к осуществлению оперативного планирования металлургического производства // Сталь. 2023. № 3. С. 53-56;
5. Елисеева Е.Н. (в соавторстве) Внедрение crm-системы на предприятиях текстильной промышленности // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2023. № 2 (404). С. 29-32;
6. Коршунова Л.Н., Савон Д.Ю. (в соавторстве) Система управления ликвидностью угольной компании при использовании заемного капитала // Уголь. 2023. № 11;
7. Краснобаева В.С. (в соавторстве) Роль коллaborации в развитии интеграции промышленных предприятий // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2023. – № 1 (45). – С. 5-36;
8. Кузьмина А.А. (в соавторстве). Машиностроительная промышленность: стратегические приоритеты развития // Уголь. 2023. № 2. (раздел Машиностроение) С. 65-71;
9. Кузьмина А.А. (в соавторстве) Стратегии золотодобывающих компаний, инвестиции в горнодобывающие машины и обеспечение устойчивости национальной экономики в условиях санкций // Уголь. 2023. № 2. (раздел Машиностроение) С. 97-104;
10. Митенков А.А. Инсайты концепций трансформации служб управления персоналом в BANI-мире // Вестник евразийской науки. – 2023. – Т. 15. – № 3.

Основные научно-технические показатели кафедры

Научные направления преподавателей кафедры экономики нашли свое отражение во множестве публикаций, а именно: 4 учебника; 8 учебных пособий; 1 монография авторская и 3 монографии коллективные.

Количество опубликованных статей в журналах, рекомендованных ВАК – 32 статьи, статей опубли-

кованных в изданиях, находящихся в базе РИНЦ – 22 статьи.

Количество публикаций студентов: общее количество научных трудов 69, из них, статьи – 19, тезисы конференций – 50.

Количество публикации аспирантов кафедры – 16.

Контактная информация

**Елисеева Евгения Николаевна, и.о. заведующего кафедрой,
канд. экон. наук, доцент
Тел.: +7 (495) 955-01-25,
e-mail: eliseeva.en@misis.ru**

ЦЕНТР РУССКОГО ЯЗЫКА



**Тимошенко Татьяна Евгеньевна,
директор центра,
канд. пед. наук**

Научно-исследовательская работа центра ведется по широкому кругу вопросов в области методики и теории лингвистики: преподавания русского языка как иностранного / неродного, адаптации иностранных студентов и их интеграции в российскую образовательную среду, методики обучения культуре речи, риторике и деловому русскому языку российских студентов, особенностей современной интернет-коммуникации, идиостиля писателей.

Основные научные направления деятельности центра

- формирование профессиональной компетентности иностранного специалиста средствами обучения русскому языку;
- изучение процессов адаптации иностранных студентов и их интеграции в российское образовательное пространство в контексте интернационализации образования;
- разработка методологической концепции преподавания научного стиля речи (тематика НИТУ МИСИС);
- разработка программ дополнительного профессионального образования в сфере методики преподавания русского языка как иностранного;
- разработка концепции внеаудиторной работы;
- внедрение новых технологий и активных методов обучения;
- сохранение единого научно-образовательного пространства с филиалами университета в странах в СНГ.

Кадровый потенциал подразделения

5 кандидатов наук

ИБО

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

- проведение научно-методических семинаров с преподавателями профильных дисциплин, работающими с иностранными студентами;
- проведение внутри- и межвузовских олимпиад и конкурсов для российских и иностранных обучающихся;
- продвижение бренда университета благодаря использованию учебных материалов, созданных с учетом реалий НИТУ МИСИС;
- внедрение программы языковой поддержки иностранных учащихся всех уровней (от подготовительного отделения до аспирантуры и постдоков);
- организация цикла лекций об актуальных изменениях в русском языке, особенностях межкультурной деловой и научной коммуникации для профессорско-преподавательского состава филиалов НИТУ МИСИС в г. Алматы (Республика Узбекистан) и в г. Душанбе (Республика Таджикистан);
- открытие дополнительной профессиональной программы «Методика преподавания русского языка как иностранного».

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Верменская Е.А., Верменский Н.С. Актуальные проблемы правового регулирования труда педагогических работников и роль эффективного

контракта // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. – Серия «Экономика и право». – 2023. – №8. – С. 44–48. – 125 с;

2. Верменская Е.А., Верменский Н.С. Функционирование лексемы «решала» в современном русском языке // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. – Серия «Гуманитарные науки». – 2023. – № 08/2. – С. 118–121. – 203 с;
3. Верменский Н.С., Верменская Е.А. К вопросу смены парадигм в современном образовательном процессе России // Мир педагогики и психологии: международный научно-практический журнал. 2023. № 08 (85);
4. Исаева Н.В., Чирич И.В., Штукарева Е.Б. Интерактивные приемы обучения деловой коммуникации студентов технических направлений подготовки в высшей школе // Педагогика. Вопросы теории и практики. 2023. Т. 8. № 1. С. 85–91;
5. Мартынов И.В., Новиков С.М., Целиков Г.И., Сюй М.В., Сюй А.В. Фотокаталитические свойства наноразмерного композита Au/TiO₂ // Прикладная фотоника. – 2023. – Т. 10. – № 8. – С. 5–16;
6. Мякинькова С.Н. Воздействие на гражданское становление студентов вузов посредством воспитания уважения к русскому языку как государственному языку Российской Федерации // Патриотическое воспитание в системе высшего образования: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 82-й годовщи-
- не начала контрнаступления советских войск в битве за Москву, 80-летию разгрома советскими войсками немецко-фашистских войск в Курской битве, 55-летию поискового движения на Белгородчине. – М.: Издательский Дом НИТУ МИСИС, 2023. – С. 168–173;
7. Мякинькова С.Н., Тимошук Н.А. Формирование профессионально-ориентированной транзитивности у студентов технического университета с помощью педагогической технологии мастерских // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. – 2023. – Т. 25, № 4 (91). – С. 90–98;
8. Тимошенко Т.Е., Штукарева Е.Б. Изучение лексики ограниченного употребления в курсе «Русский язык и культура речи» будущими переводчиками и преподавателями иностранного языка // Педагогика. Вопросы теории и практики. 2023. Т. 8. № 3. С. 287–293;
9. Тимошенко Т.Е., Штукарева Е.Б. Образовательные возможности Telegram-канала при изучении русского языка // Hominum. 2023. № 3. С. 74–85;
10. Тимошенко Т.Е., Штукарева Е.Б. Технология проектного обучения лингвистов в ходе изучения курса «Русский язык и культура речи» // Педагогика. Вопросы теории и практики. 2023. Т. 8. № 9. С. 1008–1014.

Учебные пособия

1. Тимошенко Т.Е., Штукарева Е.Б. Русский язык: сборник контрольных работ по научному стилю речи для иностранных студентов (на материале по химии). М: Издательский Дом НИТУ МИСИС, 2023. – 32 с;
2. Сюй М.В. Китайский язык. Чтение. Начальный уровень: учебно-методическое пособие. Издательский Дом НИТУ МИСИС, 2023. – 66 с.

Основные научно-технические показатели

- количество публикаций: статей – 15 (в т.ч. в научных журналах, индексируемых WoS/Scopus, – 1, в изданиях, входящих в перечень ВАК, – 7; в базу РИНЦ, – 7);
- учебников, учебно-методических пособий – 2;
- количество конференций и научных семинаров, в которых приняли участие сотрудники центра, – 6;
- прошли повышение квалификации – 8 чел.

Контактная информация

Тимошенко Татьяна Евгеньевна, директор центра, канд. пед. наук
e-mail: russian_centre@misis.ru

VI. ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ



**Мясков Александр Викторович,
директор института,
д-р экон. наук, профессор**

Горный институт готовит квалифицированных специалистов для крупнейших российских и зарубежных компаний, занятых разведкой, добычей и переработкой полезных ископаемых, проектированием и созданием новых инфраструктурных объектов. В состав Горного института входят 8 кафедр, специализирующихся во всех сферах деятельности горнодобывающей промышленности, строительстве подземных сооружений, обеспечении энергоэффективности промышленных объектов и их экологизации.

Ученые Горного института НИТУ МИСИС ведут научный поиск по широкому спектру проблем в области: геологии и маркшейдерского дела; геотехнологии освоения недр; шахтного и подземного строительства; геомеханики; промышленного контроля в горном и нефтегазовом деле; обогащения полезных ископаемых; промышленной и экологической безопасности; горного оборудования, транспорта и машиностроения; управления энергетическими ресурсами предприятий.

Контактная информация

**Мясков Александр Викторович, директор института
тел.: +7 (499) 230-25-28,
e-mail: mgi@misis.ru
119991, г. Москва, Ленинский проспект, д. 6**

КАФЕДРА БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЯ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА



**Коликов Константин Сергеевич,
заведующий кафедры,
д-р техн. наук**

Кафедра осуществляет подготовку специалистов по направлению «Горное дело» профиль «Промышленная и экологическая безопасность» и магистров по направлению «Техносферная безопасность» профиль «Управление природоохранными инновациями», кроме этого подготовка аспирантов по направлениям: «Техносферная безопасность» (профиль «Безопасность горного производства») и «Науки о Земле» (профиль «Инженерная защита окружающей среды»).

Основные научные направления деятельности кафедры

Отличительной особенностью является широкий спектр научных исследований, проводимых сотрудниками кафедры. Приоритетным научным направлением кафедры является метанобезопасность угольных шахт, в т.ч. вентиляция шахт и подземных сооружений, технологии предварительной и заблаговременной дегазации угольных пластов, разработка способов борьбы с газодинамическими явлениями; борьба с пылью на горных предприятиях; моделирование аэродинамических процессов; разработка систем обнаружения подземных пожаров на ранней стадии; управление безопасностью труда; экспертиза проектов; специальная оценка условий труда; экологическая экспертиза; разработка технологий утилизации минеральных отходов и комплексного освоения ресурсов; геодинамическое районирование; использование нетрадиционных ресурсов горнопромышленных предприятий. Сотрудники кафедры регулярно привлекаются к расследованию причин аварий на горнодобывающих предприятиях.

Кадровый потенциал подразделения

Заведующий кафедрой, 11 профессоров, докторов наук, 7 доцентов, кандидатов наук, 4 старших преподавателя. Заведующий лабораторией и 6 инженеров. На кафедре обучаются 18 аспирантов.

8 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

- «Оценка эффективности и совершенствование технологии дегазационной подготовки угольного пласта скважинами с поверхности на перспективных выемочных участках шахты им. С.М. Кирова» (Заказчик – АО «СУЭК-Кузбасс»);
- «Оценка эффективности и совершенствование технологии многостадийной дегазационной подготовки высокогазоносных угольных пластов для их интенсивной отработки на шахтах АО «СУЭК-Кузбасс» (Заказчик – АО «СУЭК-Кузбасс»);
- Выполнены работы по гранту РНФ «Исследование процессов миграции шахтных газов к земной поверхности».

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

- Осуществлены первые в Кузбассе экспериментальные работы по гидрорасчленению угольных пластов в целях их предварительной дегазационной подготовки через скважины, пробуренные с поверхности на поле шахты им. С.М. Кирова;
- Внедрена технология подземного гидроразрыва разрабатываемых угольных пластов для интенсификации их предварительной дегазации;
- Научно обоснован подход к оценке опасности миграции шахтных газов на поверхность, заключающийся в комбинировании методов

- геодинамического районирования и газовой томографии;
- Исследован поршневой эффект движения шахтных газов к поверхности, возникающий при реактивации нарушенных процессами сдвижения и установлена закономерность, согласно которой процесс миграции газа активизируется при пульсационном повышении давления газа в пустотном пространстве (1-я фаза) и продолжает развиваться уже после прекращения импульса и снижении давления до первоначального (2-я фаза).

Сотрудники кафедры являются членами рабочих групп Минэнерго РФ и Ростехнадзора по вопросам деятельности угольных шахт с высоким риском

аварийности, а также промышленной безопасности и экологии, членами аттестационной комиссии МЧС России.

Кафедра является организатором ежегодной Международной конференции «ЭКОЛОГИЯ. ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ. ПРОМЫШЛЕННОСТЬ».

Кафедрой получено лицензионное программное обеспечение (Вентиляция 2.0, ударная волна; водоснабжение; тупик).

Достигнута договоренность об оказании консультационно-информационных услуг по научно-техническому сопровождению горноспасательных работ, выполняемых ФГУП «ВГСЧ».

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

- Мясков А.В., Ерёменко В.А. О монографии К.Н. Трубецкого, Ю.П. Галченко «Природоподобная технология комплексного освоения недр – проблемы и перспективы» // Горный журнал. 2023. № 4. С. 70;
- Batugin A, Kobylkin A, Kolikov K, Ivannikov A, Musina V, Khotchenkov E, Zunduijamts B, Ertuganova E, Krasnoshtanov D. Study of the Migrating Mine Gas Piston Effect during Reactivation of Tectonic Faults. Applied Sciences. 2023;13(21):12041. <https://doi.org/10.3390/app132112041>;
- Батугин А.С. Геодинамические эффекты прецессионно напряженного состояния земной коры // Горная промышленность. – 2023. – № S1. – С. 14–21. DOI: 10.30686/1609-9192-2023-S1-14-21;
- Рассказов И.Ю., Батугин А.С., Федотова Ю.В., Потапчук М.И. Оценка склонности месторождения к проявлению горно-тектонических ударов (на примере месторождения Южное) // Горный журнал. – 2023. – № 1. – С. 74–78. DOI: 10.17580/gzh.20230112;
- Коликов К. С., Драгунский О. Н. Решение задач аэрологии и экологии карьеров в условиях взаимовлияния атмосферы выработанных пространств и окружающих их территорий // Безопасность труда в промышленности. 2023. № 1. С. 35–41;
- Amez I., León D., Ivannikov A., Kolikov K., Castells B. POTENTIAL OF CBM AS AN ENERGY VEC-TOR IN ACTIVE MINES AND ABANDONED MINES IN RUSSIA AND EUROPE // Energies. 2023. Т. 16. № 3. С. 1196;
- Куликова Е.Ю., Баловцев С.В., Скопинцева О.В. Комплексная оценка геотехнических рисков в шахтном и подземном строительстве // Устойчивое развитие горных территорий. – 2023. – Т. 15. – № 1. – С. 7–16. DOI: 10.21177/1998-4502-2023-15-1-07-16;
- Баловцев С.В., Скопинцева О.В. Научно обоснованные технологические решения по снижению аэрологических рисков на действующих и проектируемых угольных шахтах // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2023. – № 2. – С. 139–151. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_2_0_139;
- Баловцев С.В., Скопинцева О.В., Куликова Е.Ю. Оценка влияния тяжелых углеводородов на аэрологические риски аварий в угольных шахтах // Устойчивое развитие горных территорий. 2023. Т. 15, № 2. С. 234–245. DOI: 10.21177/1998-4502-2023-15-2- 234-245;
- Кобылкин С.С., Каледина Н.О., Кобылкин А.С., Сенаторов В.А., Нагорнюк В.В. Динамика выхлопных газов от дизельных машин в рудниках // Горный журнал. – 2023. – № 12. – С. 95–102. – DOI: DOI: 10.17580/gzh.2023.12.15.

Основные научно-технические показатели

- публикаций – 49, в т.ч. в российских научных журналах из списка ВАК – 15;
- количество поддерживаемых патентов на объекты промышленной собственности – 3;
- сотрудники кафедры участвовали в 18 международных конференциях с более чем 35 докладами.

Контактная информация

Коликов Константин Сергеевич, заведующий кафедры, д-р техн. наук

Тел.: +7 (499) 230-25-56

Ленинский пр-т, 6, ауд. В-778

КАФЕДРА ГЕОТЕХНОЛОГИИ ОСВОЕНИЯ НЕДР



**Мельник Владимир Васильевич,
заведующий кафедрой,
д-р техн. наук, профессор**

Кафедра «Геотехнологии освоения недр» образована согласно приказу от 19.06.2015 № 297 о.в. «О реорганизации в форме слияния кафедры Подземной разработки пластовых месторождений, кафедры Технологии подземной разработки рудных и нерудных месторождений и кафедры Технологии, механизации и организации открытых горных работ».

Цель научной деятельности кафедры – разработка научно-методического обеспечения реализации основных научных направлений деятельности кафедры на базе концепции комплексного освоения недр с привлечением элементов цифровизации и роботизации горного производства.

Задачами научной деятельности кафедры являются

- установление тенденций и закономерностей, внутри отраслевых аспектов функционирования горнодобывающей и горно-перерабатывающей отраслей на современном этапе недропользования;
 - разработка методических и методологических положений выбора прогрессивных и высоко-производительных технологических схем добычи, переработки и использования полезных ископаемых;
 - оценка технико-экономической эффективности предложенных практических рекомендаций с использованием современных методов оценки.
- Перспективы научной деятельности кафедры связаны с освоением георесурсного потенциала Арктики, Дальнего Востока и Западной Сибири с привлечением инновационных составляющих в сфере добычи, переработки и использования полезных ископаемых с привлечением элементов цифровизации и роботизации горного производства

Основные научные направления деятельности кафедры

1. Разработка вариантов гибких технологий интенсивной отработки шахтных полей с использованием высокопроизводительного оборудования нового технического уровня;
2. Создание комплексов скважинной гидравлической добычи, переработки и транспортировки угля потребителям;
3. Углеэнергетические комплексы для разработки угольных месторождений с получением сверхчистого газового топлива;
4. Разработка ресурсосберегающих и ресурсо-воспроизводящих технологий открытых горных работ;
5. Разработка экологически чистых технологий добычи полезных ископаемых со дна озер, морей и океанов;
6. Совершенствование технологий разработки песчаных месторождений в условиях Крайнего Севера;
7. Обоснование конструктивных и технологических параметров самообрушения руд при отработке мощных месторождений;
8. Подземная разработка кимберлитовых алмазосодержащих трубок;
9. Разработка комбинированной открыто-подземной технологии освоения запасов рудных месторождений.

22,4 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Кадровый потенциал подразделения

На кафедре работают: 5 профессоров, 8 доцентов, 3 старших преподавателя, 4 ассистента, 1 заведующий лабораторией, 2 учебных мастера, 1 специалист по учебно-методической работе.

Из них: 5 – докторов технических наук, 8 – кандидатов технических наук.

На кафедре обучаются 33 аспиранта.

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

Договор «Выполнение научно-исследовательской работы для разработки технологического регламента горно-геологических и горнотехнических условий разработки месторождения хромовых руд шахты «10-летия Независимости Казахстана» Донского ГОКа с обоснованием новых наиболее рациональных способов разработки и на выполнение работы технологического проектирования для разработки проектов опытно-промышленной отработки новых систем разработки месторождения хромовых руд Донского ГОКа и консультацион-

ные услуги по вопросам нормативной поддержки, согласования проектно-технической документации в РК, и адаптации технических решений», заказчик Донской горно-обогатительный комбинат – филиал АО «ТНК «Казхром» (18 414 000 руб.);

Договор «Научно-техническое сопровождение при проектировании объектов повышенного уровня ответственности в части ведения горных работ на месторождении трубы «Мир» под затопленными выработками», заказчик АК «АЛРОСА» (2 030 334,83 руб.).

Подготовка специалистов высшей квалификации

Эссыльников Алексей Олегович – диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук на тему: «Совершенствование организационной структуры и управления производственными процессами своевременного воспроизводства фронта

очистных работ на угольных шахтах», специальность: 2.5.22 Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства. Научный руководитель: проф., докт. техн. наук Мельник В.В.

Монографии, выпущенные кафедрой в 2023 г.

1. Агафонов В.В., Зайцева Е.В., Михеева А.Б. Проектирование многофункциональных шахтосистем (горных производств-кластеров). Монография / под общ. ред. проф. В.В. Агафонова. Тула: Изд-во ТулГУ, 2023. 282 с;
2. Агафонов В.В., Зайцева Е.В., Оганесян А.С. Комплексное планирование стратегий развития горноперерабатывающих производств с учетом инновационной цифровой составляющей. Монография / под общ. ред. проф. В.В. Агафонова. Тула: Изд-во ТулГУ, 2023. 281 с;
3. Мельник В.В., Казанин О.И., Ермаков А.Ю., Ванякин О.В., Бородкин П.С. Обоснование параметров технологических схем отработки сближенных пологих угольных пластов. Монография. Тула: Изд-во ТулГУ, 2023. 107 с;
4. Мельник В.В., Захаров С.И., Эссыльников А.О., Захваткин М.Е., Бородкин Д.П. Совершенствование организационной структуры и управления производственными процессами своевременного воспроизводства фронта очистных работ на угольных шахтах. Монография. Изд-во ТулГУ, 2023. 96 с.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Таланин В.В., Бехер В.Г., Казаков В.А. Особенности регулирования режима открытых горных работ в условиях волатильности рынка угля // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2023. № 5. С. 142-154;
2. Агафонов В.В., Оганесян А.С., Соловых Д.Я. Экономическая оценка земель горнопромышленных регионов с учетом экологической составляющей. Владикавказ. Журнал «Устойчивое развитие горных территорий». Том 15, № 4, 2023;
3. Мельник В.В., Соловьев Р.А., Рябков С.В., Соловьев Д.А. Расчет эскалаторных тоннелей. Изве-

- стия Тульского государственного университета. Технические науки. 2023. № 3. С. 526-531;
4. Качурин Н.М., Курехин Е.В., Мельник В.В. Технология селективной выемки маломощных угольных пластов сложного строения гидравлическими экскаваторами. Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2023. № 1. С. 224-238;
 5. Качурин Н.М., Мельник В.В., Соловьев Р.А., Соловьев Д.А. Оценка напряженно-деформированного состояния крепи вертикальных стволов при замене тюбинговых сегментов. Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2023. № 4. С. 238-244;
 6. Качурин Н.М., Мельник В.В., Соловьев Р.А., Соловьев Д.А. Проблемы технического состояния крепи склонового и клетьевого стволов Усть-Яйвинского рудника. Известия Тульского государ-
 - ственного университета. Технические науки. 2023. № 4. С. 234-238;
 7. Гречишkin П.В., Малова С.А. Природа и механизм выбросов газа и породы // Горный журнал. – 2023. – № 1. – С. 35-40;
 8. Кабиров М.П., Леттиев О.А., Агафонов В.В. Система контроля и предотвращения нахождения работников в зоне круговых опрокидывателей. Уголь. 2023. № 1 (1163). С. 40-45;
 9. Агафонов В.В., Маскаев К.В., Бычков А.С., Алимов В.А. Концептуальные основы методологии проектирования угольных производств с когенерационными технологиями. Уголь. 2023. № 5 (1167). С. 34-36;
 10. Оганесян А. С., Агафонов В.В., Маскаев К.В., Бычков А.С., Алимов В.А. Сравнительный анализ разных типов технических средств для реализации когенерационных технологий в угольном производстве. Уголь. 2023. № 5 (1167). С. 96-98.

Основные научно-технические показатели

- количество статей в Web of Science и Scopus – 12;
- конференции, в которых принимали участие сотрудники подразделения – XXXI – Международный научный симпозиум НЕДЕЛЯ ГОРНЯКА – 2023
- количество сотрудников и аспирантов (включая заочных), защитивших кандидатские диссертации, чел. – 1.

Контактная информация

**Мельник Владимир Васильевич, заведующий кафедрой,
д-р техн. наук, профессор
тел.: +7 (499) 230-94-66,
e-mail: geoteh@misis.ru**

КАФЕДРА ОБОГАЩЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ



**Юшина Татьяна Ивановна,
заведующий кафедрой,
канд. техн. наук, доцент**

В 2023 г. кафедрой ОПИ выполнялись научные работы как фундаментального, так и прикладного характера.

Научно-исследовательская деятельность кафедры направлена на решение прикладных задач современного горно-металлургического производства и фундаментальных проблем комплексной глубокой переработки и обогащения минерального сырья природного и техногенного происхождения. Решение этих актуальных задач основано на современных методах прогнозной минералого-технологической оценки труднообогатимого минерального сырья; на разработке новых высокоэффективных, энергосберегающих процессов и технологий рудоподготовки и селективной дезинтеграции тонковкрапленных руд сложного состава; повышением контрастности технологических свойств минералов на основе применения селективно действующих реагентов и их сочетаний, физико-химических и энергетических воздействий; создании новых экологически безопасных технологических процессов переработки труднообогатимого минерального и техногенного сырья на основе комбинирования традиционных методов обогащения с пиро- и гидрометаллургией.

Основные направления и перспективы развития научной деятельности кафедры

- Комплексная оценка технологических свойств минерального сырья и технологический аудит проектов и действующих производств;
- Исследование физико-химии поверхностных явлений и межфазных взаимодействий в процессах флотационного обогащения и глубокой химико-металлургического переработки минерального сырья природного и техногенного происхождения;
- Исследование и разработка научно-технологических решений, направленных на создание комбинированных технологий глубокого обогащения труднообогатимых руд черных, цветных, редких и благородных металлов, техногенного сырья;
- Разработка научно-методических основ комплексной, экологически безопасной переработки минерального сырья техногенного происхождения и твердых коммунальных отходов для создания технологии извлечения ценных компонентов из образующихся и накопленных (лежальных) отходов горно-металлургических, горно-химических производств, топливно-энергетического комплекса, твердых отходов мегаполисов, включая рециклинг отработанных вторичных химических источников тока, с получением востребованной в различных отраслях промышленности товарной продукции.

Основные научные и технические результаты

1. Изучен вещественный состав хвостов сульфидной флотации лежальных хвостов обогащения комплексных оловосодержащих руд Хабаровского края. Установлен минеральный и химический состав сырья и распределение ценных компонентов по классам крупности; обоснован выбор схемы и реагентного режима извлечения минералов олова и других ценных компонентов; определены оптимальные параметры реагентного режима флотационного обогащения сульфидной оловосодержащей руды Правоурмийского месторождения, обеспечивающие получение сульфидного медного концентрата с минимально возможным содержанием мышьяксодержащих минералов (арсенопирита и лёллингита);
2. Проведены тестовые испытания по подбору флотационных реагентов и определены оптимальные параметры реагентного режима флотационного обогащения труднообогатимой золотосурьмянистой руды. Выявлены причины трудной обогатимости

- сырья. Определены прогнозные технологические показатели обогащения;
4. Установлены критические концентрации модификаторов, при которых происходит снижение флотоактивности как трудноокисляемых, так и легкоокисляемых сульфидов тяжелых металлов. Установлено, что соотношение компонентов сульфидрильных собирателей по-разному влияет на флотируемость пирита и арсенопирита;
 5. Проведены исследования и разработана лабораторная технология выделения из отработанных химических источников тока (литий-ионных аккумуляторов) различных типов «черной массы», содержащей литий, кобальт, никель и другие ценные компоненты, с целью дальнейшей ее гидрометаллургической переработки. Наработана и передана Заказчику опытная партия (25 кг) «черной массы». Разработан технологический регламент лабораторной установки получения «черной массы» из отработанных ЛИА.

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

- «Исследование возможности извлечения олова из текущих хвостов обогащения ОФ ООО «Геопроминвест» флотационным методом с целью получения оловянного продукта». Руководитель – зав. кафедрой Юшина Т.И., объем финансирования – 4 млн руб., законтрактовано 0,8 млн руб.;
- Грант РНФ «Изучение механизма взаимодействия сульфидрильных собирателей разной ионогенности с трудноокисляемыми сульфидами цветных металлов и сопутствующими сульфидами в контролируемых окислительно-восстановительных условиях». Руководитель – профессор Игнаткина В.А., объем финансирования – 1,5 млн руб., законтрактовано 1,5 млн руб.;
- «Тестовые испытания по подбору флотационных реагентов и определение оптимальных параметров работы участка флотационного обогащения для максимального удаления мышьякодержащих минералов (арсенопирита и леллингита) на оловосодержащей руде месторождения ООО «Правоурмийское». Руководитель – доцент Шехирев Д.В., объем финансирования – 1,5 млн руб.; законтрактовано 0,9 млн руб.;
- «Изготовление опытной партии «черной массы» из отработанных литий-ионных аккумуляторов». Руководитель – зав. кафедрой Юшина Т.И., объем финансирования 5 млн руб., законтрактовано 5 млн руб.;
- «Поисковые технологические исследования и испытания золотосульфидных руд месторождения Кючус». Руководитель – проф. Игнаткина В.А., объем финансирования – 8 млн руб., законтрактовано 5 млн руб.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Nikolaev A. A. Flotation Recovery of Sphalerite in Sea Water: A Feasibility Study. Resources. 2023; 12(4):51. <https://doi.org/10.3390/resources12040051> (Q1); Sustainable Development of Mountain Territories, 2023, 15(2), pp. 338–348. (Q2);
2. Ismagilov R. I., Yushina T. I., Dumov A. M., Contrast range examination of rich iron ore from Mikhailovskoe deposit and evaluation of possibility of its preliminary concentration via physical methods, CIS Iron and Steel Review – Vol. 26 (2023), pp. 22–32. (Q2);
3. Kyaw Z. Y., Htet Z. O., Shekhirev D. V., Goryachev B. E. The effect of ferrous sulfate, sodium sulfide and their mixtures on the flotation of sphalerite in the alkaline medium. Sustainable Development of Mountain Territories, 2023, 15(1), pp. 122–133. (Q2);
4. Chanturia V. A., Morozov V. V., Dvoichenkova G. P., Chanturia E. L. Increasing the selectivity modification of diamonds spectral characteristics before the X-ray luminescent separation process
5. Nikitin A. Yu., Eliseeva R. A., Yushina T. I. Analysis of design features and operation data for column flotation cells at concentrating plants in Russia. Obogashchenie Rud., 2023, (3), pp. 42–48. (Q3);
6. Юшина Т. И., Петров И. М. Об истории создания и становления кафедры Механической обработки (обогащения) полезных ископаемых Московской горной академии // Горный журнал, № 4. – с. 71–78. (Q3);
7. Yushina T. I., Shchelkunov S. A., Malyshev O. A. Flotation of copper-zinc ores using reagents based on acetylene alcohols // Non-ferrous Metals. 2023. No. 2. pp. 19–26. (Q3);
8. Kyaw P. K., Ya K. Z., Goryachev B. E. Effect of composition of metal-bearing surface modifiers for sulfide minerals of base heavy metals in copper – zinc ore flotation. Mining Informational and Analytical Bulletin, 2023, (11), pp. 128–142. (Q3);

9. Хтет Зо У, Чжо Зай Яа, Горячев Б. Е. Действие композиций из железного, цинкового купоросов и сернистого натрия на флотацию медно-цинковых колчеданных руд // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2023. – № 12. – С. 139–151. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_12_0_139 (Q3);
10. Kayumov A. A., Ignatkina V. A., Ergesheva N. D. Kinetics of electrode potentials of sulfide mineral

electrodes in the presence of flotation modifiers. Mining Informational and Analytical Bulletin, 2023, (10), pp. 89–103. (Q3).

количество публикаций в научных журналах – 17, из них 14 в журналах, входящих в базы Scopus, в том числе 4 статьи Q1 и Q2;

количество конференций, в которых участвовали сотрудники кафедры – 6.

Монографии

Ацетиленовые реагенты для флотации углей: монография / В.Н. Петухов, С.А. Щелкунов, О.А., Малышев,

Т.И. Юшина. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2023. 235 с.

Учебники

В соответствии с планом изданий подготовлен и сдан в Издательский Дом НИТУ МИСИС в ноябре 2023 г. учебник Б.Е. Горячев. «Технология алмазос-

одержащих руд. Рудоподготовка алмазосодержащих кимберлитов к обогащению».

Участие в конкурсах

Диплом победителя XIX Международного Форума-конкурса студентов и молодых ученых «Акуальные проблемы недропользования», г. Санкт-Петербург, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет им.

императрицы Екатерины, 22–26 мая 2023 г., по направлению «Физические и химические технологии переработки природного и техногенного сырья» (Костель Т.А., руководитель зав. кафедрой ОПИ Юшина Т.И.).

Оборудование

Электронный микроскоп с системой энергодисперсионного микроанализа (микрозонд) для автоматизированного минералогического анализа (MLA); Стол сухого трения для разделения по форме частиц; Дробилка щековая «Rocklabs Boid»; Мельница кольцевая, Сепаратор центробежный «Falcon»; Стол

концентрационный доводочный «Gemeni»; Сепаратор валково-ленточный магнитный высокоинтенсивный (напряженность поля 900 кА/м); Сепаратор барабанный магнитный высокоинтенсивный (напряженность поля 900 кА/м); Сепаратор коронно-электростатический ЭЛКОР-1.

Контактная информация

Юшина Татьяна Ивановна, заведующий кафедрой,

канд. техн. наук, доцент

Тел.: +7 (499) 230-24-46, +7 (499) 230-27-15,

e-mail: yushina.ti@misis.ru, mineralprocessing@misis.ru

Ленинский проспект, д. 6, ауд. Л-225.

КАФЕДРА ЭНЕРГЕТИКИ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



**Кутепов Антон Григорьевич,
и.о. заведующего кафедрой,
канд. техн. наук**

Стратегической целью развития кафедры является реализация федеральной программы «Приоритет 2030» в рамках специальной части «Исследовательское лидерство», создание и реализация конкурентоспособных востребованных образовательных программ, выпуск высококвалифицированных специалистов в области электроэнергетики и электротехники, горного дела, развитие и продвижение теоретических и прикладных научных исследований.

Научно-исследовательская деятельность кафедры направлена на решение научно-технических задач по повышению эффективности функционирования электротехнических и энерготехнологических комплексов промышленных предприятий на основе: системного управления энергетическими ресурсами с обеспечением инновационного сценария повышения энергоэффективности; обоснования и разработки энерго-, ресурсосберегающих систем электроснабжения и электропривода; цифровизации электротехнических комплексов и систем.

Основные научные направления деятельности кафедры

- Исследование энерготехнологических процессов предприятий, разработка и внедрение систем энергетического менеджмента;
- Исследование и повышение эффективности процесса энергопотребления на предприятиях минерально-сырьевого комплекса;
- Обоснование и разработка электропривода горных машин и механизмов;
- Исследование и повышение уровня функционирования электрических сетей и электрооборудования горных предприятий;
- Исследование условий и обеспечение электробезопасности при эксплуатации электротехнических систем предприятий;
- Разработка алгоритмов и формирование интеллектуальных систем проектирования электротехнических комплексов горных предприятий;
- Моделирование режимов и прогнозирование электропотребления предприятий минерально-сырьевого комплекса;
- Исследование квазирезонансных режимов и обоснование параметров систем управления электроприводами горных машин и установок.

Кадровый потенциал подразделения

На кафедре работают: 8 профессоров, 8 доцентов, 3 старших преподавателя, 2 ассистента, 3 учебных мастера. Из них: 7 докторов технических наук, 12 кандидатов технических наук. На кафедре обучаются 17 аспирантов.

1,28 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Основные научные и технические результаты в 2023 году

Обеспечение и реализация устойчивого повышения энергоэффективности предприятий угольной отрасли.

Эффективное ограничение феррорезонансных и коммутационных перенапряжений в сетях 6–10 кВ разрезов со снижением аварийных простоев высокопроизводительного технологического оборудования.

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 году

Научно-техническое обоснование и реализация системного подхода PDCA к управлению энерготехнологической результативностью основных про-

изводственных процессов предприятий угольной отрасли.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. А. В. Ляхомский, Е. Н. Перфильева, У. А. оглы Рзазаде, А. А. Шадрин. Энергетический мониторинг производственных процессов для системного обеспечения и повышения энергетической эффективности // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2023. – № 6. – С. 14–21;
2. Petrochenkov, A.; Lyakhomskii, A.; Romodin, A.; Perfil'eva, E.; Mishurinskikh, S.; Zuev, S.; Butorin, I.; Kolesnikov, N.; Lelekov, A.; Shabunin, A. Improving the Energy Efficiency of an Electric Submersible Pump Installation Using an Integrated Logistics Support Approach. Sustainability 2023, 15, 11845. <https://doi.org/10.3390/su151511845>;
3. Ляхомский А. В., Петроченков А. Б., Кутепов А. Г., Шадрин А. А. Анализ применения ветроэнергетики для энергообеспечения горно-обогатительных предприятий // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2023. – №. 2. – С. 25–31;
4. Pichuev, A. V. Equivalent circuit for mine power distribution systems for the analysis of insulation leakage current / A. V. Pichuev, V. L. Petrov // Mining Science and Technology (Russia). 2023; 8(1):78–86. <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2023-01-72>;
5. Шпрехер Д. М., Бабокин Г. И., Колесников Е. Б., Овсянников Д. С. Ресурсосберегающая система управления электроприводом скребкового конвейера очистного забоя (Resource-saving control of electric drives of scraper conveyors) // Горный журнал. №2. 2023. С. 44–50. DOI: 10.17580/gzh.202302.07. Q3, IF (SJR)= 0,283;
6. Shaforostova, E. N., Kosareva-Volod'ko, O. V., Belyankina, O. V., ...Sizova, E. I., Adigamov, D. A. A Tailing Dump as Industrial Deposit; Study of the Mineralogical Composition of Tailing Dump of the Southern Urals and the Possibility of Tailings Re-Development. Resources, 2023, 12(2), 28;
7. Карпенко С. М., Карпенко Н. В., Ематин Е. А., Визитиу Д. В. Краткосрочное прогнозирование регионального электропотребления на основе анализа временных рядов – // Энергобезопасность и энергосбережение, 2023. – №1, С. 34–39;
8. Шпрехер Д. М., Зеленков А. В. Новый алгоритм настройки коэффициентов ПИ регулятора в системе управления комбайном // Eurasian Mining. – 2023. – №40 (2). – С.96-100;
9. Шпрехер Д. М., Бабокин Г. И., Колесников Е. Б., Овсянников Д. С. Исследование закономерностей электропотребления электропривода скребкового конвейера очистного забоя (Economics of electric energy consumption by longwall scraper conveyor drive) // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2023. № 10. С. 149–163. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_10_0_149;
10. Sergey Reshetnyak, Evgeny Golubov. Methods of power consumption in conditions of high-productive areas of coal mines // BIO Web of Conferences // <https://doi.org/10.1051/bioconf/20248405008>.

Основные научно-технические показатели

- количество публикаций: статей – 38, в том числе: в российских научных журналах из списка ВАК – 17, в научных журналах, индексируемых в базе данных Scopus – 10;
- защита кандидатской диссертации – 1;
- количество объектов интеллектуальной собственности – 19;
- участие в 17 конференциях, в том числе международных.

Оборудование

Учебно-научная лаборатория «Цифровизация систем электроснабжения» (ауд. Л-719).

Лаборатория включает электрооборудование, позволяющее управлять нормальными и аварийными

режимами электрических сетей в цифровом формате. Это повышает быстродействие, надежность, оперативность формирования оптимальных схем электроснабжения в условиях аварийных режимов.

Лаборатория позволяет решать учебные и научно-технические задачи

1. Изучение устройства, функционала и принципа действия электрооборудования;
2. Моделирование режимов работы релейной защиты и автоматики;
3. Диагностика технического состояния и работоспособности электрооборудования;
4. Обоснование и формирование структуры цифровой подстанции;
5. Применение искусственного интеллекта для оптимизации управления режимами работы систем электроснабжения.



Общий вид



Реклоузер Rec15_A1



Комплектное
распределительное
устройство D-12P



Ячейка КСО

Контактная информация

Кутепов Антон Григорьевич, и.о. заведующего кафедрой, канд. техн. наук
 тел.: +7 (906) 707-73-49,
 e-mail: kutepov.ag@misis.ru
Каб. Л-715а

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ПРИКЛАДНАЯ ГЕОМЕХАНИКА И КОНВЕРГЕНТНЫЕ ГОРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»



**Еременко Виталий Андреевич,
директор центра,
д-р техн. наук**

Цели научной деятельности

1. Развитие теории конвергентной геотехнологии;
2. Обоснование и разработка параметров природно-технических систем подземной разработки месторождений твердых полезных ископаемых на основе конвергентных горных технологий;
3. Развитие методологий исследований НДС массива горных пород, количественной оценки качества породного массива, влияния взрывных работ на вмещающий массив в прикладной геомеханике.

Основные научные направления деятельности кафедры

1. Обоснование общей методологии и методов создания конвергентных горных технологий разработки месторождений твердых полезных ископаемых;
2. Исследования закономерностей техногенного изменения недр при использовании конвергентных горных технологий и обоснование методов определения их рациональных параметров в различных условиях разработки;
3. Исследование и обоснование технологических путей экологически сбалансированного развития природно-технических систем разработки месторождений твердых полезных ископаемых;
4. Разработка технологических стандартов и регламентов, подготовка инструкций по практическому использованию результатов исследований на федеральном и региональном уровне;
5. Создание методических основ современной прикладной геомеханики.

0,92 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

1. Представлен новый геотехнологический подход и принципы построения альтернативной конвергентной геотехнологии освоения соляных месторождений, основанные на идее изменения направления движения фронта очистной выемки, реализуемой в виде перехода от отработки полезного ископаемого горизонтальными камерами к вариантам восходящей или нисходящей их отработки вертикальными камерами цилиндрической формы методом выбуривания. Для расчетов устойчивости МКЦ за основу принята гипотеза Турнера-Шевякова для традиционных условий применения камерных систем разработки с оставлением МКЦ и вертикальных камер цилиндрической формы с оставлением целиков с отсекаемыми окружностями углами. Разработана методика аналитических расчетов для определения устойчивости конструктивных элементов сотовых горных конструкций МКЦ и определены условия ограниченности применения метода Л.Д. Шевякова для традиционных и новых систем. Представлен выборочный вариант численного моделирования НДС МКЦ с отсекаемыми вертикальными камерами цилиндрической формы углами и квадратной сеткой расположения камер для условий применения сотовых горных конструкций на глубине 600 м. Определено направление доработки методики аналитических расчетов параметров МКЦ для условий применения сотовых горных конструкций при различных вариантах исходного поля напряжений: гравитационного, литостатического и гравитационно-тектонического.

2. Исследован процесс формирования вторично-го поля напряжений для условий разработки мощных рудных месторождений с применени-ем каркасной горной конструкции, на примере подготовки и отработки единичного блока. Для количественной оценки степени измене-ния исходного поля напряжений при ведении горных работ вводятся новые показатели – коэффициент влияния и рейтинг устойчи-вости массива. По результатам численного моделирования с учетом калибровки модели при поэтапном построении горной конструк-ции определены диапазоны изменения па-раметров исходного поля напряжений, геометрия контуров зон растягивающих деформаций с границами участков массива где регистриру-ются первые трещины и развиты до границы очистных пространств, выработок и камер.

Установлено, что наибольшее влияние на раз-витие вторичного поля напряжений и на объемы формируемых зон растягивающих деформаций оказывает проходка выработок и отработка очистных камер, но при закладке выработанно-го пространства вмещающий массив приходит в свое исходное состояние. Наилучшие пока-затели коэффициента влияния с точки зрения устойчивости вмещающего массива получены после закладки выработок и камер. Предлагаемый подход позволяет эффективно оценивать НДС вмещающего массива в условиях влияния на него очистных пространств с применением систем разработки различного класса, в т.ч. новых каркасных и сотовых горных конст рук-ций, и на стадии проектирования горных работ определять оптимальные параметры конструктивных элементов горно-технических систем.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Умаров А.Р., Еременко В.А. Развитие вто-ричного поля напряжений в условиях при-менения каркасной горной конструкции // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2023. – № 4. – С. 77–92. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_4_0_77;
2. Галченко Ю. П., Еременко В. А. Природно-техни-ческие системы подземной разработки рудных месторождений на основе конвергентных горных технологий: Монография. 2-е изд., доп. И перераб. / Отв. редактор академик В.Н. Заха-ров. – М.: Издательство «Горная книга», 2023. – 288 с.;
3. V. A. Eremenko, V. A. Vinnikov, A. S. Pugach, M. A. Kosyreva Substantiation of rib pillar sizes for rock salt mining in vertical cylindrical stopes arranged at the nodes of regular triangular pattern. Eurasian mining, 2023, No 2.

Основные научно-технические показатели

- 70 публикаций (статей, в том числе: в россий-ских научных журналах из списка ВАК; в науч-ных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus; монографий)

- 1 монография
- 1 патент

Оборудование

1. Комплексный стенд для исследования проч-ностных, деформационных и акустических ха-рактеристик физических моделей и их кон-структивных элементов при трехосном нагру-

жении и имитации гравитационно-тектоно- гического (а) и литостатического (б) исходного напряженного состояния массива



а



б

2. 3D принтер CreatBot d600Pro и отливаемая деталь физической модели



3. Гидравлический пресс П-125



4. Крейтовая система сбора данных QMBox



5. Молоток для контроля горных пород RockSchmidt
6. Установка алмазного бурения DD 250 (DD-HD 30), коронкой с корпусом X-CHANGE модулем SPS-H и хвостовиком BL.

Контактная информация

Еременко Виталий Андреевич, директор центра, д-р техн. наук
тел. +7 (926) 279-39-08,
e-mail: eremenko.va@misis.ru,
каб. Г-551

НАУЧНО-УЧЕБНАЯ ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «ФИЗИКО-ХИМИИ УГЛЕЙ»



**Эпштейн Светлана Абрамовна,
заведующая лабораторией,
д-р техн. наук**

Научно-исследовательская деятельность НУИЛ «Физико-химии углей» направлена на решение фундаментальных проблем генезиса и метаморфизма твердых горючих ископаемых, физики и химии углей, изучения природы разномасштабной нарушенности углей методами микро- и наноиндентирования, проблем рационального природопользования и управления качеством добываемого угольного сырья, выявления потенциальных источников загрязнения окружающей среды при добыче, транспортировке, хранении и переработке углей. Прикладные задачи лаборатории органично связаны с разрабатываемыми фундаментальными направлениями и включают: разработку научно-методического обеспечения, в том числе нормативных документов (ГОСТ, ГОСТ Р, СТО, ТУ и т.д.) в области твердого минерального топлива, разработку технологических решений в области прогноза и мониторинга негативных последствий добычи и переработки углей, разработку новых типов стандартных образцов состава и свойств углей для обеспечения точности измерений показателей идентификации и безопасности продукции, аттестацию разработанных методик, организацию обучения по программам дополнительного профессионального образования.

С конца 2017 года на лабораторию возложена функция ведения секретариата технического комитета по стандартизации «Твердое минеральное топливо» (ТК 179).

Основные научные направления деятельности лаборатории

- Изучение вещественного состава, физических, физико-химических и механических свойств углей, а также содержания в них потенциально опасных элементов;
- Моделирование физических процессов в неоднородных материалах на основе современных методов многомасштабного моделирования;
- Разработка технологических решений по использованию гуминовых кислот твердых горючих ископаемых для очистки промышленных грунтов и сточных вод от тяжелых металлов и других экотоксикантов;
- Разработка методов и средств оценки эндогенной пожароопасности углей;
- Разработка методов и средств управления пылением углей на угольных предприятиях и терминалах;
- Разработка технических решений по предотвращению окисления углей при их хранении;
- Проведение работ по оценке содержания опасных и ценных макро- и микроэлементов в углях и отходах их добычи, переработки и сжигания;
- Стандартизация и метрология в области твердого минерального топлива.

Кадровый потенциал подразделения

В лаборатории работают: 1 – ведущий научный сотрудник; 1 – старший научный сотрудник; 1 – научный сотрудник; 4 – ведущих экспертов научного проекта; 3 – ведущих инженера научного проекта; 1 – инженер научного проекта 2 категории; 10 – инженеров научного проекта; 3 – лаборанта-исследователя, из них: 2 доктора технических наук, 1 кандидат физико-математических наук (PhD, прикладная математика), 5 кандидатов технических наук, 1 кандидат химических наук, 3 – аспиранта, 1 – магистрант, 2 – студента.

44,6 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Всего выполнено 9 работ. Заказчики: Министерство энергетики РФ, ФГУП «Стандартинформ», АО «УК «Кузбассразрезуголь», АО «СУЭК-Красно-

ярск», ФГБОУВО «СибГИУ», ООО «НОРД Инжиниринг» и другие государственные и коммерческие организации.

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

- Разработка научно обоснованных критериев ранжирования углей по технологической и энергетической ценности как полезного ископаемого и кодирования товарной продукции по общероссийским и международным классификаторам (заказчик – Министерство энергетики РФ), 2022–2023 г.;
- Образование нано- и микроразмерной пыли при техногенных и природных воздействиях на угли разных генетических типов (заказчик – Российский научный фонд), 2018–2023 гг.;
- Научно-технические услуги по разработке методики отбора вскрышных пород, образующихся при технологических работах по добыче угля на Ургальском месторождении для определения опасных свойств отхода (заказчик – АО «Ургалуголь»), 2022 – 2024 гг.;
- Разработка и внедрение Технических условий на угольную продукцию для разных направлений использования на предприятиях по добыче и обогащению углей АО «УК «Кузбассразрезуголь» (заказчик – АО «УК «Кузбассразрезуголь»), 2022–2023 гг.;
- Создание экологического полигона по отработке технологий рекультивации и оценке перспектив поглощения CO₂ на нарушенных и подработанных землях (заказчик – ФГБОУВО «СибГИУ»), 2023 г.;
- Ресурсосбережение и управление отходами добычи и переработки полезных ископаемых (в рамках реализации программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» и мероприятий направленных на проведение прорывных научных исследований и создание наукоемкой продукции и технологий, наращивание кадрового потенциала сектора исследований и разработок), 2023 г.;
- Исследование состава и свойств бурых углей Березовского, Бородинского и Назаровского месторождений для определения классификационных признаков отходов сжигания (заказчик – АО «СУЭК-Красноярск»), 2023–2024 г.;
- Создание систем автоматического контроля сбросов «ЭКОСТОК» (заказчик – ООО «Тихоокеанская утилизационная компания», 2023–2024 г.;

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

1. Разработаны научно обоснованные рекомендации по формированию и представлению данных в информационных ресурсах о технологической и энергетической ценности и безопасности добываемых углей и товарной продукции, основанные на представлении в системах ЦДУ ТЭК и ГИС ТЭК дополнительной информации о качестве углей и угольной продукции и введении для них дополнительных позиций в классификаторах, гармонизированных с кодами предлагаемого ОКПД;
2. Разработаны методические рекомендации по применению предлагаемого кодирования по ОКПД 2 при подтверждении соответствия угольной продукции, определении кодов ТН ВЭД, тарификации перевозок, статистике и наблюдении, основой которых является разработка и внедрение Технических условий для разных направлений использования добываемых углей и продукции. Показано, что гармонизация новой классификации углей для НДПИ с предлагаемым классификатором ОКПД 2 основана на использовании вместо марок наименования продукции, учитывающего направление ее использования и способ получения продукции;
3. Разработана «Методика определения содержания потенциально опасных элементов в угольной пыли»;
4. Разработана и аттестована «Методика измерений массовой доли органического углерода в пробах отходов добычи, переработки, обогащения и сжигания твердого минерального топлива гравиметрическим методом» (№ 241.0041/RA.RU.311866/2023);
5. Оформлено Ноу-Хау «Параметры и характеристики для комплексов петрографического и рефлектометрического анализа углей «Уголь Эксперт» (№ 38-608-2023);
6. Зарегистрирована Программа для петрографического и рефлектометрического анализа углей «Уголь Эксперт» (№ 2024611112);
7. Разработаны базы данных для экспресс-диагностики минерального состава вскрышных и вмещающих пород угольных месторождений и минеральных включений в углях методом Рамановской спектроскопии;

8. Разработано «Руководство по определению способности углей к разрушению с образованием тонкодисперсной пыли»;
9. Разработана «Методика оценки поглощающей способности материалов для обоснования выбора технологий улавливания и захоронения парниковых газов»;
10. Разработан стандартный образец утвержденного типа ГСО «Стандартный образец состава угля каменного Кузнецкого бассейна (УК-2 СО МИСИС)»;
11. Разработан Стандарт предприятия по отбору вскрышных пород, образующихся при технологических работах по добыче угля для определения опасных свойств отхода.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Epshtein S. A., Kossovich E. L., Minin M. G., Dobryakova N. N., Gavrilova D. I. Prognosis of fine airborne coal dust formation at mechanical effects. Part 1. Effects of structure of different rank coals at their mechanical behavior at cyclic loading // Mining Informational and Analytical Bulletin (Scientific and Technical Journal). 2023. № 4. С. 107–124. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_4_0_107;
2. Kossovich E., Epshtein S., Krasilova V., Hao J., Minin M. Effects of coals microscale structural features on their mechanical properties, propensity to crushing and fine dust formation // International Journal of Coal Science & Technology. 2023. – Т. 10. – № 1. – С. 20. DOI: 10.1007/s40789-023-00578-5;
3. Эпштейн С. А., Шинкин В. К. Актуальные вопросы применения классификаторов товарной угольной продукции при ее обороте на российском рынке и экспорте // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2023. № 10. С. 164–177. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_10_0_164;
4. Сергеева А. С., Голынец О. С., Медведевских М. Ю., Кочеткова Е. М., Эпштейн С. А. Сопоставление методических подходов к определению органического углерода в отходах добычи, переработки и сжигания углей // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2023. Т. 89. № 5. С. 5–13. DOI: 10.26896/1028-6861-2023-89-5-5-13;
5. Эпштейн С. А., Коссович Е. Л., Красилова В. А., Смирнов А. С. Методическое и инструмен-
6. Хао Цзе, Кочеткова Е. М., Эпштейн С. А. Мобильность макро- и микроэлементов в отходах добычи углей // Химия твердого топлива. 2023. № 4. С. 64–72. DOI: 10.31857/S0023117723040047;
7. Голынец О. С., Медведевских М. Ю., Эпштейн С. А., Кочеткова Е. М. Стандартные образцы состава угля и продуктов его добычи и переработки. Часть 1 // Контроль качества продукции. 2023. № 12. С. 49–54;
8. Агарков К. В., Эпштейн С. А., Соловьев Т. М., Дуров Н. М. Влияние низкотемпературного воздействия на характер термической деструкции углей // Химическая промышленность сегодня. 2023. № 5. С. 66–72. DOI: 10.53884/27132854_2023_5_66;
9. Эпштейн С. А., Красилова В. А., Коссович Е. Л., Смирнов А. С., Винников В. А. Содержание макро- и микроэлементов в углях и угольной пыли // Химическая промышленность сегодня. 2023. № 3. С. 68–76. DOI: 10.53884/27132854_2023_3_68;
10. Агарков К. В., Эпштейн С. А., Соловьев Т. М., Дуров Н. М. Влияние низкотемпературного воздействия на характер термической деструкции углей // Химическая промышленность сегодня. 2023. № 5. С. 66–72. DOI: 10.53884/27132854_2023_5_66.

Основные научно-технические показатели

- статей – 11, в том числе в российских научных журналах из списка ВАК – 10, в научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science и Scopus – 6;
- конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения – 3;
- количество национальных стандартов – 8.

Контактная информация

Эпштейн Светлана Абрамовна, зав. НУИЛ «Физико-химии углей»,

д-р техн. наук, ст. научн. сотрудник

e-mail: s.apshtein@misis.ru

ПРОЕКТНО-ЭКСПЕРТНЫЙ ЦЕНТР



**Супрун Валерий Иванович,
директор центра,
д-р техн. наук**

ПЭЦ является самостоятельным структурным подразделением в составе Горного института НИТУ МИСИС (приказ НИТУ МИСИС № 95 о. в. от 17.03.2014 г.), созданным с целью выполнения научных исследований и проектных работ в области горного дела.

Основными заказчиками работ являются крупнейшие угольные компании АО «СУЭК», АО ХК «СДС-Уголь», предприятия цементной промышленности, стройматериалов и других отраслей горного производства.

Основные научные направления деятельности центра

1. Обоснование порядка отработки карьерных полей крупных угольных и рудных месторождений
 - создание компьютерных моделей месторождений полезных ископаемых;
 - проведение горно-экономической оценки месторождений полезных ископаемых;
 - оптимизация контуров развития горных работ и параметров схем вскрытия карьерных полей;
 - разработка адаптивных систем циклическо-поступочной технологии отработки месторождений открытым способом.
2. Безвзрывные технологии производства горных работ
 - комплекс НИР и ОКР по применению фрезерных комбайнов, компактных роторных экскаваторов и ударно-импульсной техники для безвзрывной разработки горных пород – оптимизация комплексов выемочного оборудования во взаимосвязи с технологией переработки минерального сырья;
 - разработка технологических схем отработки с использованием машин для безвзрывной разработки;
 - исследование эффективности применения комплексов горного оборудования для без-
3. Взрывной селективной выемки полезных ископаемых осадочного происхождения;
 - разработка технологий «щадящего» взрывания минимизирующих нанесение экологического ущерба окружающей среде и обеспечивающих отработку запасов полезных ископаемых в особо охраняемых зонах.
4. Проведение экспертиз проектной документации для нужд Государственной комиссии по запасам (ГКЗ России) и ЦКР Роснедр (наши сотрудники являются экспертами ГКЗ и ЦКР Роснедр).
5. Выполнение испытаний физико-механических свойств материалов и разработка технических условий и предложений по подбору натурального камня для реставрации исторического центра г. Москвы и крупных исторических объектов Подмосковья (Московский Кремль, Большой Театр, музей-усадьба Царицыно, Зачатьевский Монастырь, Петровский Путевой Дворец, музей-усадьба Астафьево и т.д.).
6. Геомеханические обоснования устойчивости бортов карьеров и откосов отвалов.

Кадровой потенциал подразделения

Численность штатных сотрудников ПЭЦ – 5 человек, в т.ч. 1 д-р техн. наук и 3 канд. техн. наук. К выполнению работ во временных творческих коллективах привлекаются также на регулярной основе преподаватели, аспиранты и студенты различных кафедр Горного института (3 профессора (в т.ч. один зарубежный), 3 доцента, 2 старших преподавателя, 3 аспиранта, 2 студента).

3 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

1. Обоснованы условия использования много-рядного контурного взрывания для сохранения качественных характеристик исходного сырья для производства щебня;
2. Исследование структуры, слоистости и гранулометрического состава массивов осадочных горных пород;
3. Проведены прикладные исследования физико-механических свойств известняков и гранита в результате которых определено соответствие физико-механических свойств, регламентированных ГОСТом 9479–2011, и подготовлены отчеты по возможности использования изделий из данных пород при внешней облицовке высотных зданий.

Подготовка специалистов высшей квалификации

По профилю научной тематики центра готовится к защите кандидатская диссертация.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Супрун В.И., К. Дребенштедт, Зеленин Д.П., Радченко С.А. и др. Горная геоморфология. – М.: Издательство «Горная книга», 2023. – 372 с;
2. Таланин В.В., Бехер В.Г., Казаков В.А. Особенности регулирования режима открытых горных работ в условиях волатильности рынка угля // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2023. № 5. С. 142–154. DOI:10.25018/0236_1493_2023_5_0_142;
3. Супрун В.И., Левченко Я.В., Колотовкин А.С., Ворошилин К.С. Влияние масштабного фактора на прочность горных пород // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2023. № 10. С. 5–19. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_10_0_5;
4. Колотовкин А.С., Зеленин Д.П., Левченко Я.В. Анализ зон нарушения осадочных горных массивов при производстве взрывных работ // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2023. № 12. С. 41–54. DOI:10.25018/0236_1493_2023_12_0_41;
5. Зеленин Д.П., Ворошилин К.С. Базовые факторы, определяющие устойчивость стационарных бортов угольных разрезов // Горный журнал. 2023. № 12. С. 41–48. DOI:10.17580/gzh.2023.12.07.

Основные научно-технические показатели

- публикаций в российских научных журналах из списка ВАК – 24;
- публикаций в базе данных Scopus – 15;
- монографий – 7;
- участие в международных конференциях – 14;
- защищенных кандидатских диссертаций – 2.

Контактная информация

Супрун Валерий Иванович, директор центра, д-р техн. наук

119049, Москва, Ленинский пр., д.6, стр. 7, каб. Л-875

Тел.: +7 (499) 230-24-90, e-mail: pes-mggu@mail.ru

VII. НАУЧНЫЙ КОМПЛЕКС ДИЗАЙН-ЦЕНТР КВАНТОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ



Малеева Наталия Андреевна,
директор центра, канд. физ.-
мат. наук

- привлечение студентов и аспирантов к научно-исследовательской работе в области квантового проектирования.

Кадровый потенциал подразделения

Кандидатов наук – 2, аспирантов – 4, студентов – 10.
Доля сотрудников до 39 лет – 100 %.

Дизайн-центр квантового проектирования создан в Университете МИСИС 26 апреля 2023 года. Дизайн-центр является структурным подразделением Института физики и квантовой инженерии.

Научно-исследовательская деятельность центра направлена на развитие элементной базы квантовых вычислений и, в частности, на разработку и проектирование элементов и систем квантовых процессоров и симуляторов.

Основные научные направления деятельности центра

- проведение фундаментальных и прикладных исследований для создания и развития новых решений в области квантовой инженерии;
- развитие элементной базы для передовых направлений квантовой физики;

75 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

1. «Высокоточная трехкубитная CCZ операция на сверхпроводниковых кубитах-флаксониумах, активируемая микроволновым возбуждением связующего элемента», научный проект Российского научного фонда по мероприятию «Проведение инициативных исследований молодыми учеными» Президентской программы исследовательских проектов.
2. Сотрудники центра принимают участие в реализации Стратегического проекта «Квантовый интернет» в рамках Программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» и НИОКР «Квантовый процессор на основе сверхпроводников. Новые типы сверхпроводниковых кубитов с высокими временами когерентности» в рамках Дорожной карты развития высокотехнологичной области «Квантовые вычисления».

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

1. При непосредственном участии сотрудников Дизайн-центра спроектирован 12-кубитный сверхпроводниковый квантовый процессор. В качестве основных элементов процессора используются кубиты-трансмоны круглой формы с управляемой частотой перехода, а для реали-

зации двухкубитных операций – управляемые магнитным потоком элементы связи. Помимо основных элементов схемы, топология включает индивидуальные резонаторы для считывания состояний кубитов и линии индивидуального контроля кубитов. Мы рассчитали параметры

- схемы, включая собственные частоты системы, константы затухания резонаторов и силы взаимодействия между кубитами. Опираясь на созданный в ходе работы задел в дальнейшем планируется разработка и проектирование 16-кубитного сверхпроводникового квантового процессора.
2. Спроектирован 3-кубитный квантовый процессор на основе кубитов с улучшенным временем релаксации (кубитов-флаксониумов) для реализации трехкубитных квантовых операций. В основе архитектуры большинства современных сверхпроводниковых квантовых процессоров лежит двухкубитная связь между двумя ближайшими соседями. Набор квантовых операций процессора складывается из одно- и двухкубитных. Данный способ зачастую недостаточно эффективен ввиду большого количества требуемых операций и большой длительности выполнения всей последовательности. Наша разработка предназначена для реализации многокубитных квантовых операций, которые, как ожидается, станут одним из наиболее перспективных способов повышения эффективности квантового процессора.



3. Создан прототип датчика ближнего поля с дополнительными возможностями. Традиционно датчики ближнего поля на основе копланарного волновода получают информацию от исследуемой поверхности объекта по разнице между отправленным и полученным электромагнитными сигналами. Такие датчики дают одинаковый отклик на дефекты, расположенные симметрично относительно центрального проводника копланара, иными словами датчик на различает право и лево. Нами предложено усовершен-

ствование датчика ближнего поля, которое позволяет использовать разбаланс земель копланара как источник полезного сигнала, позволяющего различать положения дефекта справа и слева по отношению к центральной линии копланарного волновода.

4. Найден способ наложения непроницаемых граничных условий, сводящийся к операции свёртки функции Вигнера свободной частицы с некоторой постоянной функцией, зависящей от формы граничных условий. Преимущество найденного решения заключается в том, что свёртка двух функций это интеграл от их произведения – хорошо определённая операция, для выполнения которой существуют разработанные численные и аналитические методы. Мы получили новые методы аналитического исследования квантовых систем с ограниченным фазовым пространством, которые встречаются в физике конденсированного состояния и квантовых технологиях: квантовых точек, гетероструктур, сталкивающихся квантовых частиц в приближении «твёрдых сфер».
5. На базе дизайн-центра создано Студенческое проектное бюро и факультативный курс «Проектирование квантовых схем». Студенты курса выполняют проекты по конструированию сверхпроводниковых интегральных микросхем, кубитов, квантовых процессоров.



6. Студенты Дизайн-центра заняли первое место на Всероссийском квантовом хакатоне Quant-NN в Нижнем Новгороде. Мероприятие направлено на популяризацию квантовых технологий среди IT-специалистов через решение практических научных задач с использованием квантовых вычислений.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

Seidov, S. S. / Wigner function dynamics with boundaries expressed as convolution // Journal of

Physics A: Mathematical and Theoretical, 2023, 56(32), 325303.

Основные научно-технические показатели

- Количество публикаций, индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus – 3;
- Количество международных научных конференций и школ, в которых приняли участие сотрудники подразделения – 3.

Награды

директор центра Малеева Н. А. награждена почетной грамотой НИТУ МИСИС за эффективный и добросовестный труд.

Контактная информация

Малеева Наталия Андреевна, директор дизайн-центра

e-mail: n.maleeva@misis.ru

119049, Москва, Ленинский проспект, 4, стр. 1, кабинет Б-706

ИНЖИНИРИНГОВЫЙ ЦЕНТР БЫСТРОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ ВЫСОКОЙ СЛОЖНОСТИ «КИНЕТИКА»



**Пирожков Владимир
Вячеславович, директор
центра**

Инжиниринговый центр быстрого промышленного прототипирования высокой сложности (ИЦ ПВС) на базе НИТУ МИСИС – это универсальный комплекс высокоточного технологического оборудования для проектирования и полного цикла изготовления функциональных прототипов разного уровня сложности со штатом высококвалифицированных специалистов. Технологическая база ИЦ ПВС и компетенции коллектива позволяют реализовать современный прикладной образовательный формат.

Основные научные направления деятельности центра

Технологии создания транспортной техники нового поколения, аддитивные технологии, образование.

Организационная структура:

- Административный отдел;
- Проектный отдел;
- Производственный отдел;

16 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

- Отдел аддитивных технологий и литья.

В 2023 г. ИЦ ПВС продолжил обучать студентов по курсу «Инжиниринг коллаборативных робототехнических комплексов». Количество обучающихся в 2023 году – 38.

Используемое оборудование: робот манипулятор Hyundai H165.

Разработан курс «Мехатроника и промышленная робототехника, на базе контроллеров ОВЕН ПР200 и промышленного робота манипулятора Hyundai H165», который является углубленным продолжением курса «Инжиниринг коллаборативных робототехнических комплексов». Курс состоит из 2 образовательных модулей, общей продолжительностью 34 академических часа. Включает в себя теоретическую часть и практические задания. Плановое начало преподавания курса – 2024 год.

Используемое оборудование: робот манипулятор Hyundai H165.

Разработана программа повышения квалификации для ПИШ НИТУ МИСИС «основы работы с промышленными технологиями SLM». Программа состоит из 4 образовательных модулей, общей продолжительностью 72 академических часа. Включает в себя теоре-

тическую часть и практические задания, охватывающие весь технологический цикл SLM, что позволяет обучающимся разработать и создать изделие.

Используемое оборудование: установка селективного лазерного плавления металлического порошка SLM280HL, трехкоординатный фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ MIKRON VCE 1200 PRO, инжекторная камера струйной очистки модели KCO-130.



Установка селективного лазерного плавления металлического порошка SLM280HL

Контактная информация

**Тел.: +7 499 700-03-06, доб. 51302, e-mail: scherbinina.ao@misis.ru
Ленинский проспект, 4. стр. 1 (-1 этаж)**

ЛАБОРАТОРИЯ «БИОМЕДИЦИНСКИЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ»



Абакумов Максим Артемович,
заведующий лабораторией,
канд. хим. наук

Лаборатория «Биомедицинские наноматериалы» была основана в 2014 году в рамках реализации программы повышения конкурентоспособности университета (Проект 5-100) на базе НИТУ МИСИС. Научно-исследовательская деятельность лаборатории направлена на развитие и реализацию новых подходов к синтезу функциональных магнитных наноматериалов биомедицинского назначения, установление закономерностей структура/строение – магнитные свойства, с целью обоснования их применения для биомедицинских приложений. Лаборатория ведет активные исследования в области выявления онкологических патологий методом МРТ-диагностики с дополнительным контрастом, терапии рака методом магнито-жидкостной гипертермии и комбинированной химиотерапии с инновационными противоопухолевыми препаратами. С фундаментальной точки зрения исследуется механизм влияния переменных магнитных полей на биохимические сценарии процессов, протекающих в живом организме.

Инфраструктура лаборатории позволяет проводить комплексные исследования наногибридных материалов, включающие химический синтез и изучение их физико-химических свойств. Впервые на базе НИТУ МИСИС были созданы условия для биологических исследований наногибридных материалов.

Исследования лаборатории носят международный характер, ведется активное сотрудничество с Ноттингемским университетом (Великобритания), Центром наномедицины и доставки лекарств ме-

дицинского центра университета Небраски (США), Университетом штата Северная Каролина (США), Массачусетским институтом технологий (МИТ, США), Университетом Дуйсбург-Эссен (Германия).

Основные направления научных работ лаборатории

1. Разработка методов получения магнитных наночастиц различного размера и морфологии и состава, в том числе:
 - химический синтез магнитных наночастиц;
 - разработка методов функционализации наночастиц органической и неорганической оболочкой;
 - оптимизация методов иммобилизации векторных (адресных) молекул для направленной доставки наночастиц в пораженные органы или ткани;
 - исследование адсорбции химиотерапевтических агентов на поверхность наночастиц.
- Исследование токсичности наноматериалов, в том числе:
 - установление закономерностей размер/форма-токсичность;
 - исследование механизмов токсичности материалов на основе магнитных наночастиц;
 - изучение внутриклеточной локализации наногибридных материалов;
- изучение влияния переменного магнитного поля на наногибридные магнитные материалы, содержащие векторные и терапевтические фрагменты.
2. Исследование магнитных наночастиц, содержащих векторные фрагменты, для использования в качестве:
 - контрастных агентов в МРТ-диагностике;
 - препаратов для магнито-жидкостной гипертермии рака различной этиологии
- Физико-химическое исследование магнитных наноматериалов, в том числе:
 - структурный анализ и изучение физических свойств;
 - измерение статистических и динамических магнитных характеристик;
 - исследование коллоидной стабильности наночастиц;
 - In vivo исследования магнитных наноматериалов;
 - интравитальная микроскопия;

Кадровый потенциал подразделения

В лаборатории работает 4 кандидата наук (3 кандидата химических наук и 1 кандидат биологических наук), 3 аспиранта и 15 студентов.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ

Научно-исследовательская деятельность лаборатории «Биомедицинские наноматериалы» поддержана грантом в целях реализации Программы повышения конкурентоспособности НИТУ МИСИС среди ведущих мировых научно-образовательных центров в рамках Соглашения №02.А03.21.004 между Министерством образования и науки Российской Федерации и федеральным государственным автономным

образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», отобранным по результатам конкурса на предоставление государственной поддержки ведущим университетам Российской Федерации в целях повышения их конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров от 27 августа 2013 г.

Выполнение хоздоговорных и бюджетных работ

Успешно выполнены работы по заданию Министерства образования и науки РФ в рамках, а также Российского Фонда Фундаментальных Исследований

1. ФЦП «Разработка платформенной технологии доставки терапевтических миРНК в печень»;
2. ФЦП «Разработка технологии персонализированной оценки и прогнозирования эффективности доставки наноформуляций противоопухолевых препаратов с использованием комплекса интравитальных методов исследования»;
3. РФФИ «Конструкции на основе ИК-фотосенсибилизаторов и наночастиц металлов для комбинированных методов терапии в онкологии»;
4. РФФИ «Разработка *in vitro* и *in vivo* модельных систем для оценки эффективности репрограммирования опухолевых макрофагов с помощью наноформулированных иммунопрепараторов»;
5. РФФИ «Разработка лекарственных агентов на основе наноструктурированных мультифер-

роиков для гипертермии и терапии злокачественных опухолей»;

6. РФФИ «Воздействие переменного низкочастотного магнитного поля на магнитные наночастицы: экспериментальные исследования магнитомеханических сил и энергий»;
7. РНФ «Генетически кодируемые материалы для адресной доставки препаратов»;
8. РНФ «Магнитные наночастицы, как исследовательский инструмент: от физических основ магнито-механики до микроскопии сверхвысокого разрешения»;
9. РНФ «Использование нейтрофилов для повышения эффективности доставки противоопухолевых нанопрепараторов».

Кроме того, сотрудники лаборатории активно участвуют в работах, выполняемых другими подразделениями и институтами.

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

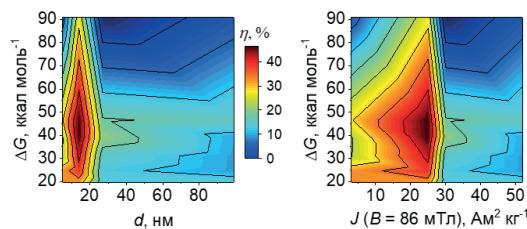
- РНФ «Магнитные наночастицы, как исследовательский инструмент: от физических основ магнито-механики до микроскопии сверхвысокого разрешения» – 6 млн. рублей;
- РНФ «Использование нейтрофилов для повышения эффективности доставки противоопухолевых нанопрепараторов» – 6 млн. рублей.

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

1. Были выявлены ключевые параметры магнитных наночастиц, которые необходимо строго контролировать для эффективного дистанционного управления различными макромолекулами под действием внешних магнитных полей. Впервые стало возможно определять энергию

магнитомеханического эффекта, опосредованного индивидуальными магнитными наночастицами с известными параметрами (форма, размер, фазовый состав, магнитные свойства). Разработанная технология позволила провести фундаментальные исследования магнитомеха-

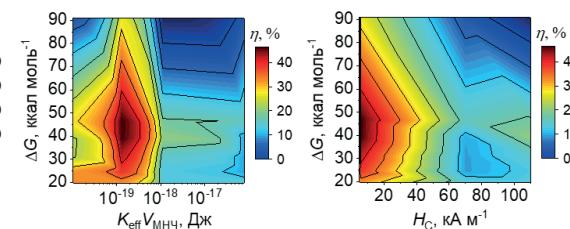
нических процессов для определения ключевых параметров наночастиц и внешних условий, влияющих на эффективность таких процессов. Так, было выявлено, что магнитомеханический эффект, опосредованный магнитными наночастицами в переменном низкочастотном магнитном поле, не является монотонной функцией размера ядра наночастиц, как считалось ранее в теоретических работах. Важными параметрами, влияющими на эффективность магнитомеханического воздействия, являются суперparamагнитное состояние магнитных наночастиц и величина их магнитодипольного взаимо-



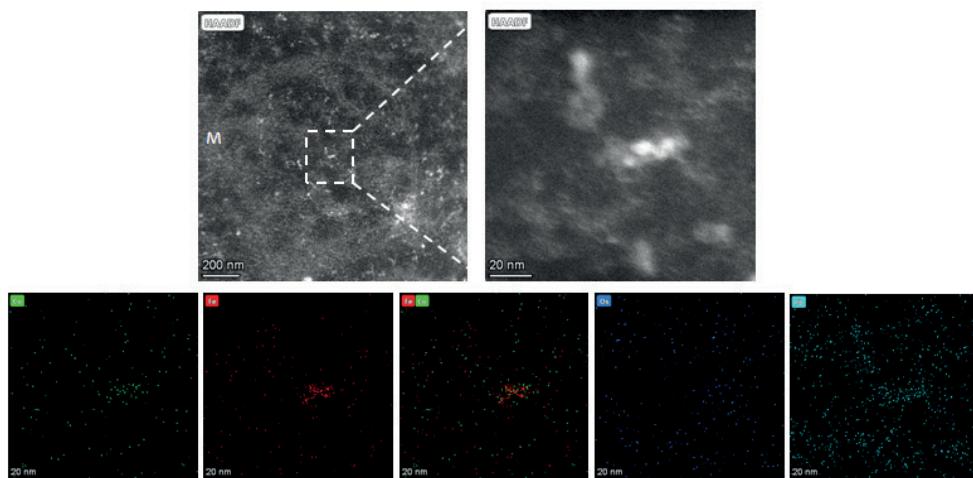
2D-карты зависимости свободной энергии Гиббса магнито-механического эффекта от размера магнитного ядра наночастиц (d), их намагниченности (J) энергии анизотропии ($K_{\text{eff}} V_{\text{eff}}$) и коэрцитивности (H_C). Значения нормализованы к контрольным образцам, не обработанным внешним магнитным полем (10.1021/acs.jpclett.3c01944).

2. Впервые была разработана методика синтеза МНЧ MFe_2O_4 ($M=Mn, Co, Zn$) строго заданного элементного состава в бензиловом спирте. Было исследовано влияние растворителей (бензилового спирта и дibenзилового эфира с олеиновой кислотой) на элементный состав получаемых МНЧ. Разработано и показано, что коньюгаты МНЧ с моноклональными антителами способны связываться с белковыми антигенами (α -тубулина, β -катенина, митохондрий и ядра) в клеточных структурах и могут быть визуализированы методом ПЭМ.

действия. Впервые было экспериментально показано, что максимум магнитомеханического эффекта может быть достигнут для наночастиц с толщиной покрытия из немагнитной оболочки, сравнимой с размером их магнитного ядра. Кроме того, вопреки теоретическим предсказаниям, не было выявлено достоверного отличия в наибольшей эффективности стержневых наночастиц в магнитомеханических экспериментах по механической диссоциации ДНК-дуплексов в сравнении со сферическими и кубическими наночастицами при одинаковом размере их магнитного ядра.



3. При анализе ультратонких срезов клеток рака предстательной железы РСЗ человека, с помощью светлопольного ПЭМ удалось задетектировать исследуемые клеточные компоненты и органеллы, такие как ядро, митохондрии и микротрубочки. С помощью энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии был дополнительно изучен качественный и количественный элементный состав высокоспецифичных зондов, а также подтверждено отсутствие примесных фаз. Получены СПЭМ изображения высокого разрешения митохондрии, находящейся в культуре клеток РСЗ и локализованного внутри нее высокоспецифичного зонда. Композиционные EDX карты показали, что частицам, локализованным в митохондрии, соответствуют интенсивные характеристические сигналы Co и Fe, соответствующих EDX сигналов вдоль участков, содержащих наночастицы. Согласно количественным EDX данным, усредненное значение Co/Fe составляет $34 \pm 5 / 66 \pm 5$ атомных процентов и близко к 1:2.



СПЭМ изображение, элементные индивидуальные EDX карты высокоспецифичного зонда на основе

наночастиц CoFe_2O_4 в митохондрии в клетках РСЗ
(М – митохондрия)

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Garanina A. S., Vishnevskiy D. A., Chernysheva A. A., Valikhov M. P., Malinovskaya J. A., Lazareva P. A., Semkina A. S., Abakumov M. A., Naumenko V. A. Neutrophil as a Carrier for Cancer Nanotherapeutics: A Comparative Study of Liposome, PLGA, and Magnetic Nanoparticles Delivery to Tumors // Pharmaceuticals (2023), 16 (11), 1564. DOI: 10.3390/ph16111564;
2. Alevtina Semkina, Aleksey Nikitin, Anna Ivanova, Nelly Chmelyuk, Natalia Sviridenkova, Polina Lazareva, Maxim Abakumov. 3,4-Dihydroxyphenylacetic Acid-Based Universal Coating Technique for Magnetic Nanoparticles Stabilization for Biomedical Applications // J. Funct. Biomater. (2023), 14(9), 461. DOI: 10.3390/jfb14090461;
3. Vasileva E. S., Bordyuzhin I. G., Nizamov T. R., Nikitin A. A., Abakumov M. A., Dorofievich I. V., Baranova Y. A., Kovalev A. D., Nikolenko P. I., Chernyshev B. D., Rulev I. I., Shchetinin I. V. Synthesis, structure and properties of nanoparticles based on $\text{SrFe}_{12-x}\text{RxO}_{19}$ ($R = \text{Er}, \text{Tm}$) compounds // JMMM (2023), 585, 171127. DOI: 10.1016/j.jmmm.2023.171127;
4. Nikitin A. A., Prishchepa A. V., Rytov R. A., Chekhonin V. P., Abakumov M. A. Unveiling the Role of the Properties of Magnetic Nanoparticles for Highly Efficient Low-Frequency Magneto-Mechanical Actuation of Biomolecules // Journal of Physical Chemistry Letters (2023), 14, 40, 9112–9117. DOI: 10.1021/acs.jpclett.3c01944;
5. Abakumova T., Kuzkina A., Koskin P., Pozdeeva D., Abakumov M., Melnikov P., Ionova K., Gubskii I., Gurina O., Nukolova N., Chekhonin V. Localized Increased Permeability of Blood – Brain Barrier for Antibody Conjugates in the Cuprizone Model of Demyelination // International Journal of Molecular Sciences (2023), 24(16), 12688; DOI: 10.3390/ijms241612688;
6. Nikitin A. A., Arkhipov V. A., Chmelyuk N. S., Ivanova A. V., Vodopyanov S. S., Garanina A. S., Soldatov M. A., Gritsai M. A., Cherepanov V. M., Barbotina N. N., Sviridenkova N. V., Savchenko A. G., Abakumov M. A. Multifunctional Anisotropic Rod-Shaped CoFe_{204} Nanoparticles for Magnetic Resonance Imaging and Magnetomechanical Therapy // ACS Applied Nano Materials (2023), 6, 15, 14540–14551. DOI: 10.1021/acsanm.3c02690;
7. Ryabova A., Pominova D., Markova I., Nikitin A., Ostroverkhov P., Lasareva P., Semkina A., Plotnikova E., Morozova N., Romanishkin I., Linkov K., Abakumov M., Pankratov A., Steiner R., Loschenov V. Fluorescent Microscopy of Hot Spots Induced by Laser Heating of Iron Oxide Nanoparticles // Photonics (2023), 10(7), 705; DOI: 10.3390/photonics10070705;
8. Nizamov T. R., Amirov A. A., Kuznetsova T. O., Dorofievich I. V., Bordyuzhin I. G., Zhukov D. G., Ivanova A. V., Gabashvili A. N., Tabachkova N. Y., Tepanov A. A., Shchetinin I. V., Abakumov M. A., Savchenko A. G., Majouga A. G. Synthesis and Functional Characterization of $\text{CoxFe}_{3-x}\text{O}_4$ - BaTiO_3 Magnetoelectric Nanocomposites for Biomedical Applications // Nanomaterials (2023), 13(5), 811; DOI: 10.3390/nano13050811.

Основные научно-технические показатели

- Количество публикаций статей – 8, в том числе, индексируемых в базе данных Scopus – 8;
- Количество конференций в которых участвовали сотрудники лаборатории – 6.

Контактная информация

Абакумов Максим Артемович – зав. лабораторией, канд. хим. наук

Тел: +7 (495) 638-44-65, e-mail: abakumov.ma@misis.ru

ЛАБОРАТОРИЯ ГИБРИДНЫХ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



Петровский Павел
Владимирович, заведующий
лабораторией, канд. техн. наук

Лаборатория гибридных аддитивных технологий (лаборатория ГАТ) создана в 2015 году в рамках реализации «Программы повышения конкурентоспособности университета 5/100» под руководством профессора Национальной Инженерной Школы Сент-Этьена Смуррова Игоря Юрьевича. Научно-исследовательская деятельность лаборатории направлена на расширение области применения аддитивных технологий селективного лазерного плавления (СЛП) и гибридных аддитивных технологий путем применения новых порошковых материалов, а так же на оптимизацию технологии аддитивного производства (АП) с целью снижения затрат на производство деталей и существенного сокращения времени изготовления. Основные задачи лаборатории:

- разработка и оптимизация новой технологии АП, основанной на гибридизации холодного газодинамического напыления (ХГН) и лазерного подогрева;
- проведение комплексного анализа свойств деталей полученных методом СЛП с использованием порошков титановых и интерметаллических сплавов;
- проведение всестороннего изучения термических процессов, протекающих при СЛП и ХГН методами оптической диагностики и математического моделирования;
- разработка технологии изготовления и ремонта турбинных лопаток.

Кадровый потенциал подразделения

В лаборатории работает 13 человек, из них 6 кандидатов наук, 2 аспиранта.

182 млн руб.

Общий объем финансирования
научно-исследовательских
работ в 2023 году

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

- проект на сумму 327,55 млн. руб. направлен на разработку технологического процесса литья крупногабаритных лопаток в части финишных операций. Инициатор – ООО «ТТЛ». Срок реализации – 2021–2023 г.г.
- проект на сумму 23 млн. руб. направлен на разработку аддитивной технологии изготовления композиционного материала на основе жаростойкого сплава, упрочненного карбидом кремния. Инициатор – АО «Композит». Срок реализации – 2022–2024 г.г.
- проект на сумму 15 млн. руб. направлен на разработку конструкторской документации, изготовление и поставку оснастки для сопловой лопатки 3 ступени ГТЭ-65.1. Инициатор – ООО «ТТЛ». Срок реализации – 2022–2023 г.г.
- проект на сумму 3,3 млн. руб. направлен на разработку технологии изготовления заготовок надроторных вставок 1–4 ступени газовой турбины ГТЭ-65.1. Инициатор – ООО «ТТЛ». Срок реализации – 2023 г.г.

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

- Спроектированы и изготовлены технологические оснастки для рабочих и сопловых лопаток ГТЭ-65.1;
- Разработана технология изготовления заготовок надроторных вставок 1–4 ступени газовой турбины ГТЭ-65.1;

- Отработан технологический процесс изготовления лопаток турбины 1–3 ступени;
- Отработан технологический процесс изготовления лопаток турбины 4 ступени;
- Разработан технологический процесс изготовления заготовок типа «Завихритель» методом литья по выжигаемым моделям;
- Изготовлено вспомогательное оснащение для выполнения работ на участках финишных операций;
- Проведены работы по разработке технологии изготовления изделий из полимерных материалов методом SLS;
- Проведены работы по разработке технологии изготовления изделий из металлических порошков методом SLM.

Подготовка специалистов высшей квалификации:

В 2023 году успешно прошли и защитили государственную итоговую аттестацию 2 аспиранта.

Контактная информация

тел.: +7(499) 236-88-45, e-mail: petrovskiy@misis.ru

ЛАБОРАТОРИЯ КАТАЛИЗА И ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕВОДОРОДОВ



Громов Александр
Александрович, заведующий
лабораторией, д-р техн. наук

Цели, задачи, перспективы научной деятельности

формирование научных основ и базы знаний в области аддитивных технологий.

Основные научные направления деятельности лаборатории

селективное лазерное плавление металлических и композиционных материалов, включая алюоматричные композиты, жаропрочные сплавы, интерметаллические соединения, различные сплавы; разработка новых конструкционных и функциональных материалов для аддитивных технологий.

56 млн руб.

Общий объем финансирования
научно-исследовательских
работ в 2023 году

Кадровый потенциал подразделения:

коллектив лаборатории сочетает как ученых с большим опытом, так и большое число молодых специалистов, что создает отличные условия для активной

и плодотворной работы, а также для передачи опыта и возвращения научных кадров высокой квалификации.

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

- Проект РНФ «Разработка научных и технологических основ проектирования алюоматричных композитов и их производства аддитивными лазерными методами для промышленного применения» (рук. Громов А. А.);
- Государственное задание по теме: «Комплексная переработка углеводородов с получением водородсодержащих газов и прекурсоров композиционных материалов для аддитивного производства» (рук. Громов А. А.);
- Проект РНФ «Особенности формирования микроструктуры и магнитных гистерезисных свойств постоянных магнитов на основе Nd-Fe-B, полученных методом селективного лазерного сплавления» (рук. Лянге М. В.);
- Проект РНФ «Исследование формирования градиентных структур в системе Al-Al₂O₃-AlN-ZrN в условиях аддитивного синтеза и получение на их основе новых металлокерамических мультиматериалов» (рук. Суворова В. С.).

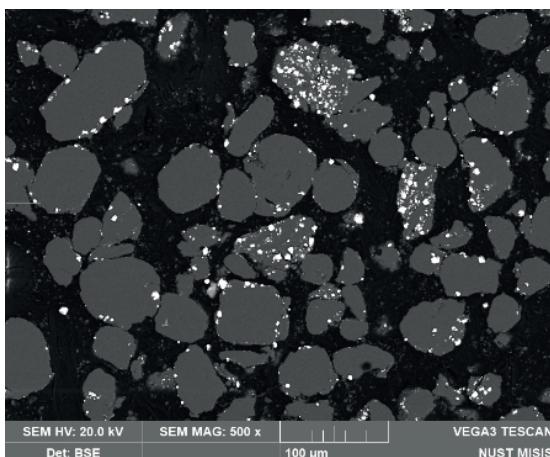
Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

В 2023 году в рамках реализации различных научных проектов был получен большой объем данных, среди важнейших научно-технических достижений можно выделить следующие.

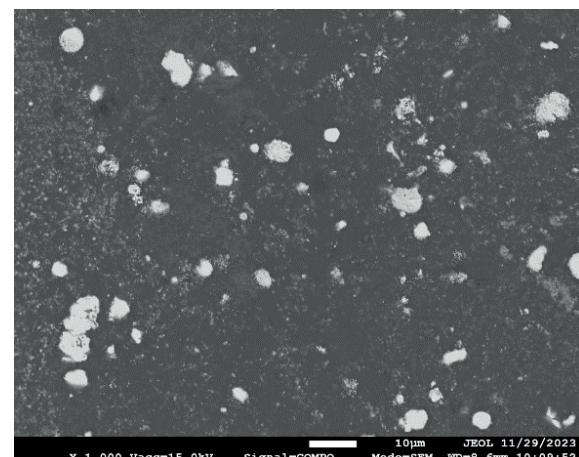
- Разработка, синтез и исследование свойств алюоматричных композитов с различными функциональными керамическими добавками с целью модификации свойств конечных изде-

лий, таких как тепло- и электропроводность, а также радиационной стойкости.

- Разработка, синтез и исследование структуры и свойств АМК с реакционными добавками, обеспечивающими *in situ* образование упрочняющих фаз в процессе 3D-печати методом СЛП.



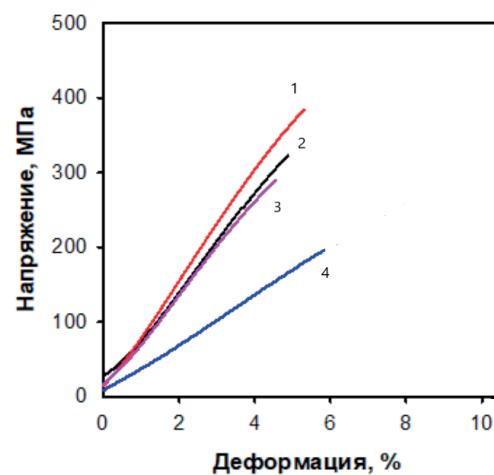
Изображение СЭМ смеси порошков AlSi10Mg и W_2B_5



Микроструктура образца AlSi10Mg + 20% WC после 3D-печати

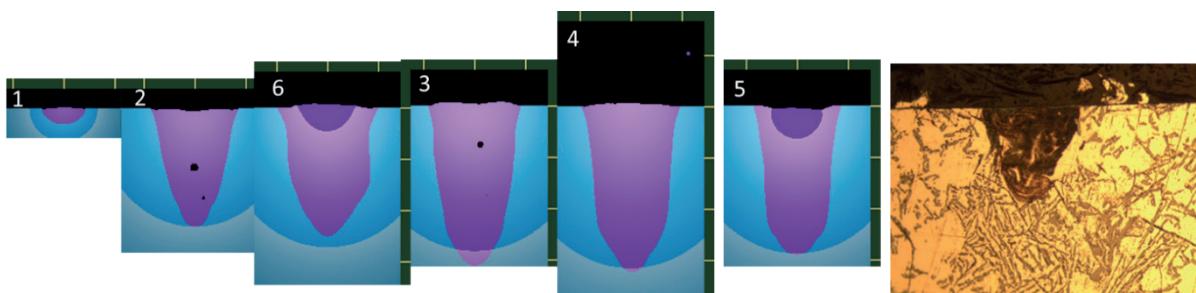


Образцы AlSi10Mg + 20% W2B5 после 3D-печати

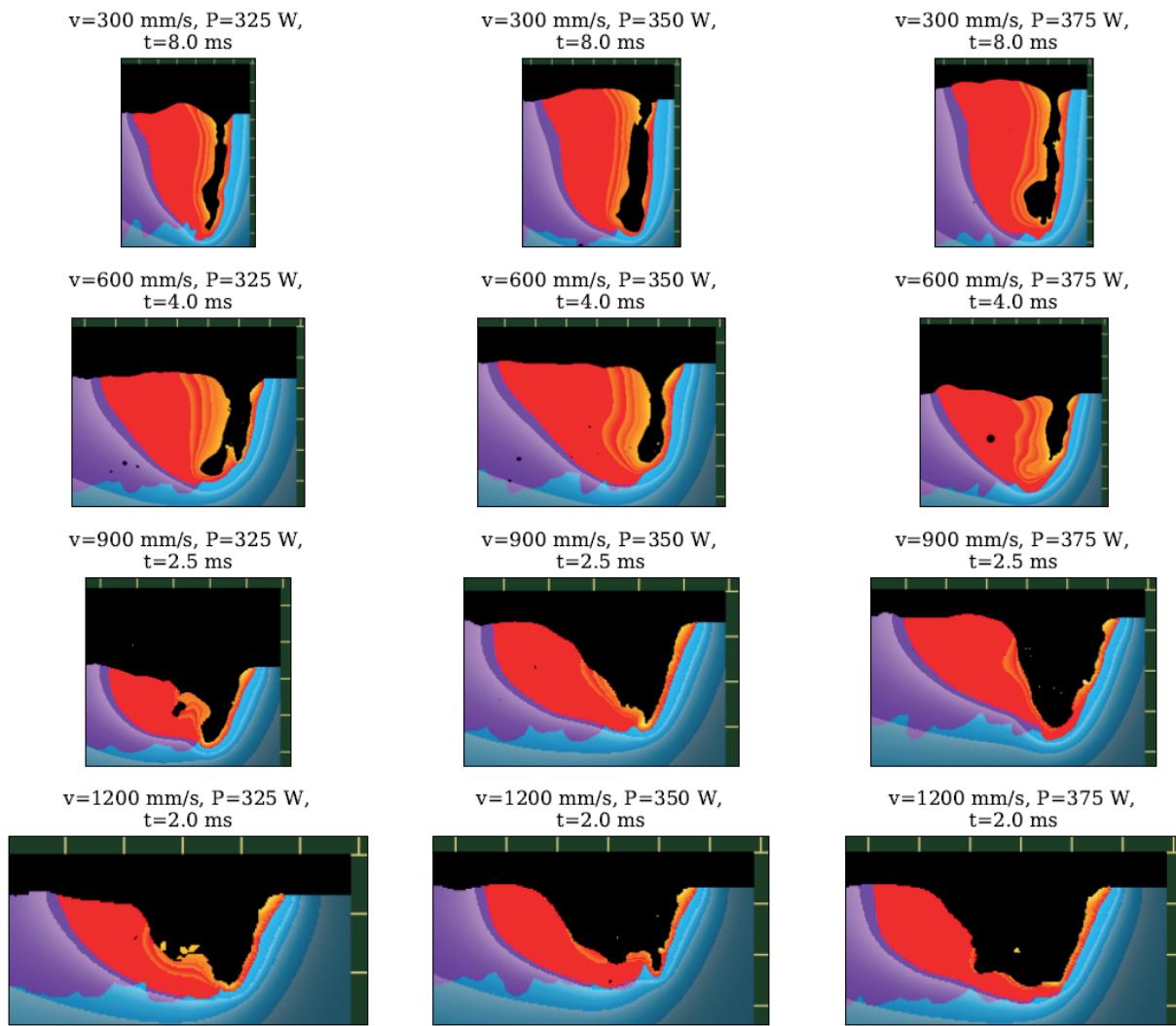


1) AlSi10Mg + 20% W2B5; 2) AlSi10Mg + 15% W2B5;
3) AlSi10Mg + 10% W2B5; 4) AlSi10Mg + 5% W2B5
Кривые напряжение – деформация
для композита AlSi10Mg+ x % W2B5 после печати.

3. Разработка новых перспективных сплавов системы Al-Ca для метода СЛП.
4. Разработка конечно-элементной модели для расчета алюмоматричных композитов с валидацией теоретических расчетов экспериментальными данными.



Вариации формы срезов единичных дорожек на подложке (моделирование) при изменении поглощения в жидкой фазе сплава



Сечения ванны расплава вдоль движения лазера

5. Исследования лимитирующих значений параметров процесса СЛП с целью увеличения скорости 3D-печати и ее производительности.
6. Разработана методика 3D-печати постоянных магнитов на основе соединения Nd₂Fe14B с особой стратегией сканирования и добавлением в исходных порошок легкоплавкой эвтектики Nd₇₀Cu₃₀.



Кубические и цилиндрические образцы Nd₂Fe14B после 3D-печати

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. A. B. Spierings, D. Yu. Ozherelkov, F. Kneubühler, S. A. Eremin, I. A. Pelevin, A. Yu. Nalivaiko, E. A. Petrov, A. A. Gromov, K. Wegener, Laser powder bed fusion of AlSi10Mg-based composites with graphene and nanodiamond additions, Journal of Alloys and Compounds, Volume 947, 2023, 169421, <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2023.169421>;
2. Pelevin, I. A.; Terekhin, E. A.; Ozherelkov, D. Y.; Tereshina, I. S.; Karpenkov, D. Y.; Bochkanov, F. Y.; Chernyshikhin, S. V.; Nalivaiko, A. Y.; Gromov, A. A. New Scanning Strategy Approach for Laser Powder Bed Fusion of Nd-Fe-B Hard Magnetic Material. Metals 2023, 13, 1084. <https://doi.org/10.3390/met13061084>;
3. A. A. Gromov, E. V. Yakushko, D. G. Muratov, L. V. Kozitov, A. A. Lomov, A. Yu. Nalivaiko, D. Yu. Ozherelkov, I. A. Pelevin, S. B. Marinich, Ni – Co – Cu/Carbon Nanocomposites: Synthesis, Characterization and Magnetic Properties, Nano, 2023, V. 18, N. 03. <https://doi.org/10.1142/S1793292023500157>;
4. Stanislav V. Chernyshikhin, Biltu Mahato, Aleksei V. Shiverskii, Ivan A. Pelevin, Oleg N. Dubinin, Vladimir Yu. Egorov, Sergey G. Abaimov, Igor V. Shishkovsky. In-plane measurements and computational fluid dynamics prediction of permeability for biocompatible NiTi gyroid scaffolds fabricated via laser powder bed fusion. IJB 2024, 10(1), 0119. <https://doi.org/10.36922/ijb.0119>;
5. Abedi, M.; Moskovskikh, D.; Nepapushev, A.; Suvorova, V.; Wang, H.; Romanovski, V. Advancements in Laser Powder Bed Fusion of Carbon Nanotubes-Reinforced AlSi10Mg Alloy: A Comprehensive Analysis of Microstructure Evolution, Properties, and Future Prospects. Metals 2023, 13, 1619. <https://doi.org/10.3390/met13091619>;
6. V. A. Lvov, F. S. Senatov, A. S. Shinkaryov, S. V. Chernyshikhin, A. A. Gromov, V. A. Sheremeteyev, Experimental 3D printed re-entrant auxetic and honeycomb spinal cages based on Ti-6Al-4 V: Computer-Aided design concept and mechanical characterization, Composite Structures, Volume 310, 2023, 116766, <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2023.116766>;
7. P. V. Povalyaev, A. K. Asilbekov, A. Zh. Kaltaev, A. V. Vlasov, K. V. Slyusarsky, A. Ya. Pak, K. B. Larionov, Electric arc pyrolysis of different fractions derived from waste tire pyrolysis oil, Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, V. 175, 2023, 106195. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2023.106195>;
8. K. B. Larionov, P. V. Povalyaev, A. Zh. Kaltaev, K. V. Slyusarsky, A. S. Gorshkov, V. E. Gubin, V. O. Stoyanovskii, A. Ya. Pak, Electric arc gasification of pyrolysis oil with the production of hydrogen-enriched synthesis gas and carbon nanomaterial, Fuel Processing Technology, V. 245, 2023, 107746. <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2023.107746>;
9. Gvozdyakov, D; Zenkov, A. Nozzles for Spraying Coal – Water Fuels. Appl. Sci. 2023, 13, 12006. <https://doi.org/10.3390/app132112006>;
10. Slyusarsky, K.; Tolokolnikov, A.; Gubin, A.; Kaltaev, A.; Gorshkov, A.; Asilbekov, A.; Larionov, K. Ignition and Emission Characteristics of Waste Tires Pyrolysis Char Co-Combustion with Peat and Sawdust. Energies 2023, 16, 4038. <https://doi.org/10.3390/en16104038>.

Основные научно-технические

За 2023 год опубликовано 18 научных статей, из них 12 индексируемых в Scopus, зарегистрировано 2 заявки на объекты интеллектуальной собственности (1 заявка на патент и 1 ноу-хай). В рамках выполнения одного из проектов РНФ была организована и про-

ведена ежегодная научная школа РНФ для студентов и молодых ученых «АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: композиты и биоматериалы 2023». Сотрудники лаборатории выступили с докладами на более чем 10 научных конференциях.

Оборудование

3D-принтер AddSol D50 – оборудование для селективного лазерного плавления, предназначена для проведения синтеза изделий из различных металлических материалов. Обладает малой камерой построения, что выгодно отличает данный принтер для проведения научных исследований, так как требует малой загрузки исходного материала по срав-

нению с более крупными аналогами, разработанными для промышленных нужд. Принтер оборудован лазером номинальной мощностью 400 Вт, камера построения цилиндрической формы диаметром 50 мм и высотой 140 мм.



Контактная информация

Громов Александр Александрович, заведующий лабораторией

тел.: +7 965 017-51-99, e-mail: a.gromov@misis.ru

Чернышихин Станислав Викторович

тел.: +79168063654, e-mail: s.chernyshikhin@misis.ru

ЛАБОРАТОРИЯ КВАНТОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



Федоров Алексей Константинович, заведующий лабораторией, PhD

Квантовые информационные технологии – направление на стыке квантовой физики и теории информации.

С одной стороны, квантовые системы могут быть эффективно использованы для задач обработки и передачи информации – это концепция лежит в основе идей квантовых компьютеров и устройств квантовых коммуникаций.

С другой стороны, методы теории информации полезны для понимания свойств сложных квантовых систем и управления ими.

Основные научные направления деятельности лаборатории

- моделирование сложных (многочастичных и взаимодействующих) квантовых систем;
- методы управления сложными квантовыми системами;
- протоколы квантовых коммуникаций для связи квантовых компьютеров;
- новые архитектуры квантовых вычислительных устройств (квантовых процессоров и симуляторов);
- динамика сложных квантовых систем и передача информации;
- анализ устройств квантовых коммуникаций;
- распределенные квантовые системы для обработки информации и метрологии.

Цели лаборатории

Разработка фундаментальных принципов и технологии для устройств квантового интернета.

53 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Основные направления исследований

- моделирование сложных (многочастичных и взаимодействующих) квантовых систем;
- методы управления многочастичными квантовыми системами;
- протоколы квантовых коммуникаций для связи квантовых компьютеров;
- новые архитектуры квантовых вычислительных устройств (квантовых процессоров и симуляторов);
- динамика сложных квантовых систем и передача информации;
- распределенные квантовые системы для обработки информации и метрологии;
- Задачи, стоящие перед лабораторией;
- Разработка новых методов моделирования квантовых систем на основе современных подходов тензорных и нейронных сетей;
- Создание эффективных протоколов для распределенных квантовых систем (например, квантовых процессоров, соединенных фотонным интерфейсом) для передачи и обработки информации;
- Разработка прототипов распределенных квантовых устройств и комплекса решений для оптимизации их функционирования.

Кадровый потенциал подразделения

2 PhD, 4 кандидата наук, 5 аспирантов, 4 студента.
Доля сотрудников до 39 лет – 90%.

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

- Научный проект № К1-2022-027 «Цифровые двойники для квантовых технологий: управление сложными системами для задач квантовых технологий и поиска новых материалов» в рамках программы стратегического академического лидерства «Приоритет – 2030» (Стратегический проект «Квантовый интернет»), руководитель проекта А. К. Федоров;
- Научный проект Российского научного фонда № 23-71-01095 «Симуляция и обучение квантовых вариационных алгоритмов», руководитель проекта Н. А. Немков.

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

Molecule	Batch size N_1	N_2	E (FermiNet) improved	E (FermiNet) standard	E (CCSD(T),CBS)
LiH	256		-8.0707	-8.0705	<u>-8.0707</u>
Li ₂	1024		-14.9949	-14.9948	<u>-14.9951</u>
CH ₂	1000		-39.1331		<u>-39.1331</u>
HF	750		-100.4596		<u>-100.4597</u>
N ₂	1000	1500	-109.5430	-109.5388	<u>-109.5425</u>
CO	1000	1500	-113.3241	-113.3218	<u>-113.3255</u>
C ₂ H ₄	2000	2500	-78.5910	-78.5844	<u>-78.5888</u>
C ₄ H ₆	2000	2500	-155.9471	-155.9263	<u>-155.9575</u>

- Разработан метод использования фермионных нейронных сетей (FermiNets) с экспоненциальным анзацем Слейтера для электрон-ядерных и электрон-электронных расстояний, который обеспечивает более быстрое схождение целевых энергий основного состояния за счет лучшего описания взаимодействия между частицами вблизи точек коалесценции;
- Разработан классический алгоритм, который для N – кубитной схемы и одной наблюдаемой Паули вычисляет коэффициенты всех тригонометрических мономов до степени m за время, ограниченное $O(N^2^m)$;
- Разработан эффективный подход к классу задач управления многочастичными квантовыми системами, где зависящий от времени управляющий сигнал применяется к достаточно небольшой подсистеме. Такой подход к построению протоколов управления позволяет использовать немарковские свойства динамики подсистемы как ресурс. Предлагаемый метод был протестирован путем решения задач управления квантовыми спиновыми цепочками и может быть полезен для текущих экспериментов с шумными квантовыми устройствами промежуточного масштаба;
- Разработан формализм двунаправленных во времени состояний (time-bidirectional state formalism, TBSF), обобщающий стандартный квантомеханический формализм без постсекции и симметричный во времени двухвекторный формализм, в котором рассматриваются состояния с постсекцией;
- Разработаны протоколы томографии на основе взаимно несмещенных базисов и симметричной информационно полной положительной операторно-значимой меры, позволяющие экспериментально восстанавливать неизвестное двунаправленное во времени состояние одного кубита;
- Исследована стойкость эффективного протокола BB84 КРК с состоянием-ловушкой в присутствии дефектов источника, вызванных несовершенной модуляцией интенсивности и поляризации;
- Представлена система непрерывного мониторинга квантовых процессоров промежуточного масштаба, позволяющая извлекать оценки шумных нативных гейтов и измерения считываний, основываясь на наборе выполненных квантовых схем и полученных результатов измерений;

8. Описан класс стабилизирующих квантовых кодов коррекции ошибок «соседних блоков» и продемонстрировано, что данный класс кодов может быть реализован ресурсоэффективным образом с использованием одной анциллы и кругового соединения ближайших соседних кубитов;
 9. Предложен способ реализации схемы синдромных измерений для кодов данного класса
- и демонстрируем его на примере трехкубитного кода с повторением, пятикубитного кода Лафламма и девятикубитного кода Шора. Р;
10. Разработаны эффективные процедуры декодирования кодов с повторением и пятикубитного кода Лафламма, с использованием алгоритма совершенного паросочетания минимального веса для учета особого порядка измерений.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Y. F. Zolotarev, I. A. Luchnikov, J. A. López-Saldívar, A. K. Fedorov, and E. O. Kiktenko, Continuous monitoring for noisy intermediate-scale quantum processors, *Physical Review Applied* 19, 014027 (2023); arXiv:2205.06191;
 2. A. V. Antipov, E. O. Kiktenko, and A. K. Fedorov, Realizing a class of stabilizer quantum error correction codes using a single ancilla and circular connectivity, *Physical Review A* 107, 032403 (2023); arXiv:2207.13356;
 3. N. A. Nemkov, E. O. Kiktenko, I. A. Luchnikov, and A. K. Fedorov, Efficient variational synthesis of quantum circuits with coherent multi-start optimization, *Quantum* 7, 993 (2023); arXiv:2205.01121;
 4. V. I. Yashin, D. V. Kurlov, A. K. Fedorov, and V. Gritsev, Integrable Floquet systems related to logarithmic conformal field theory, *SciPost Physics* 14, 084 (2023); arXiv:2206.14277;
 5. D. Bokhan, A. S. Boev, A. K. Fedorov, and D. N. Trubnikov, Improving the performance of fermionic neural networks with the Slater exponential Ansatz, *International Journal of Quantum Chemistry* 123, e27107 (2023); arXiv:2202.10126;
 6. D. V. Kurlov, M. S. Bahovadinov, S. I. Matveenko, A. K. Fedorov, V. Gritsev, B. L. Altshuler, and G. V. Shlyapnikov, Disordered impenetrable two-component fermions in one dimension, *Physical Review B* 107, 184202 (2023); arXiv:2112.06895;
 7. E. O. Kiktenko, Exploring postselection-induced quantum phenomena with time-bidirectional state formalism, *Physical Review A* 107, 032419 (2023);
 8. N. A. Nemkov, E. O. Kiktenko, and A. K. Fedorov, Fourier expansion in variational quantum algorithms, *Physical Review A* 108, 032406 (2023); arXiv:2304.03787;
 9. A. S. Nikolaeva, E. O. Kiktenko, and A. K. Fedorov, Generalized Toffoli gate decomposition using ququints: Towards realizing Grover's algorithm with qudits, *Entropy* 25, 387 (2023); arXiv:2212.12505;
 10. S. V. Grebnev, M. A. Gavreev, E. O. Kiktenko, A. P. Guglya, A. R. Efimov, and A. K. Fedorov, Pitfalls of the sublinear QAOA-based factorization algorithm, arXiv:2303.04656.
- Количество публикаций, индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus – 18

Основные научно-технические показатели

- Созданные РИД – 1
- Сотрудники лаборатории участвовали в более 50 мероприятиях с научными докладами.

Контактная информация

Федоров Алексей Константинович, заведующий лабораторией

e-mail: fedorov.ak@misis.ru

Тайдуганов Андрей Сергеевич, заместитель руководителя проекта

e-mail: a.taiduganov@misis.ru

119049, Москва, Ленинский проспект, 4, стр. 1, кабинет Б-725

ЛАБОРАТОРИЯ КРИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ



Шитов Сергей Витальевич, и.о.
заведующего лабораторией,
д-р физ.-мат. наук

Научно-исследовательская деятельность лаборатории направлена на формирование физических основ для создания перспективных классов принципиально новых элементов и приборов пост-кремниевой криогенной электроники, выполненных на основе сверхпроводящих и гибридных тонкопленочных микро- и нано-структур, и функционирующих на принципах когерентности, квантовой суперпозиции, конструктивной гибридизации сверхпроводящего и магнитного порядков подсистем.

Также лаборатория занимается созданием функциональных сверхпроводниковых микро- и наноструктур (чипов), изучением фундаментальных явлений в сверхпроводниковых структурах и развитием элементной базы для устройств в рамках развития передовых направлений прикладной сверхпроводниковой электроники и СВЧ электроники.

Основные задачи лаборатории включают разработку новых научно-технических концепций, их исследование и разработки до стадии формулировки научной значимости и прикладного потенциала.

Кадровый потенциал подразделения

Докторов наук – 6, кандидатов наук – 9, аспирантов – 2, студентов – 2

14,5 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

Научный проект № К2-2022-029 «Сверхпроводниковые фазовые элементы для квантовых и нейроморфных систем» в рамках Стратегического проекта «Квантовый интернет» Программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030».

Сотрудники лаборатории принимают участие в реализации Стратегического проекта «Квантовый

интернет» в рамках Программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» и НИОКР «Квантовый процессор на основе сверхпроводников. Новые типы сверхпроводниковых кубитов с высокими временами когерентности» в рамках Дорожной карты развития высокотехнологичной области «Квантовые вычисления».

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

1. Разработана воспроизводимая методика изготовления массивов нанонитей кобальта диаметром 60–75 нм и длиной до 20 мкм, обладающих крупнокристаллической структурой. Проведены исследования изготовленных структур. Изготовленные структуры демонстрируют привлекательные электрон-транспортные характеристики, такие как $\rho_{Co}(5 K) = 4,94 \pm 0,83$ мкОм·см, коэффициент остаточного удельного сопротивления $RRR = 4,5$ и низкие значения контактного сопротивления, что делает их перспективными кандидатами для криогенных применений в сверхпроводниковой электронике и спинtronике.
2. Предложен сверхпроводящий спиновый вентиль на базе триггирования сверхпроводимости в тонком сверхпроводящем (s) слое многослойной гетероструктуры SFsFs, где F – ферромагнитный слой. Изменение взаимной ориентации векторов намагниченности F-слоев с параллельной на антипараллельную приводит к возникновению сверхпроводимости во внешней тонкой s-пленке. Наиболее сильный спин-вентильный эффект проявляется в области параметров, где в параллельном состоянии меняется знак парного потенциала. Это явление открывает новые способы разработки сверхпроводниковых устройств с легко настраиваемой индуктивностью и критическим током.

3. Продемонстрирован ряд новых подходов к измерению собственного шума и динамических характеристик сверхпроводящих болометров, построенных по технологии Radio Frequency Transition Edge Sensor (RFTES). Рассмотрены общие проблемы сверхнизкотемпературных детекторов, связанные с выбором усилителя, ограничивающие практическую чувствительность и функциональность таких детекторов. Предложен и обоснован способ подключения СКВИД-усилителя к RFTES болометру с ис- пользованием принципа парциальных нагрузок резонатора.
4. Разработан детектор (метаболометр), в основе которого лежит сочетание тороидального метаматериала в качестве СВЧ-медиатора, имеющего высокую добротность и выступающего в качестве считывающего устройства, с встроенным сверхпроводниковым микромостиком в качестве поглотителя терагерцового излучения.

Подготовка специалистов высшей квалификации

Подготовленные кандидаты физико-математических наук

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Янилкин И. В., Гумаров А. И., Головчанский И. А., Гиззатуллина Г. Ф., Киямов А. Г., Габбасов Б. Ф., Юсупов Р. В., Тагиров Л. Р., Пленка сплава Pd–Fe с большим градиентом магнитной примеси: структурные и магнитные свойства // Журнал технической физики. – 2023. – Том 93. – Вып. 2, <https://doi.org/10.21883/JTF.2023.02.54495.213-22>;
2. Ruzhickiy V., Bakurskiy S., Kupriyanov M., Klenov N., Soloviev I., Stolyarov V., Golubov A., Contribution of Processes in SN Electrodes to the Transport Properties of SN-N-NS Josephson Junctions // Nanomaterials. – 2023. – Vol. 13(12). – No. 1873. <https://doi.org/10.3390/nano13121873>;
3. Neilo A., Bakurskiy S., Klenov N., Soloviev I., Kupriyanov M., Tunnel Josephson Junction with Spin-Orbit/Ferromagnetic Valve // Nanomaterials. – 2023. – Vol. 13(13). – No. 1970, <https://doi.org/10.3390/nano13131970>;
4. Sheina V., Lang G., Stolyarov V., Marchenkova V. V., Naumov S., Perevalova A., Girard J.-C., Rodary G., David C., Sop L. R., Pierucci D., Ouerghi A., Cantin J. L., Leridon B., Ghorbani-Asl M., Krasheninnikov A. V., Aubin H., Hydrogenic spin-valley states of the bromine donor in 2H-MoTe2 // Communications Physics. – 2023. – Vol. 6. – No. 135, <https://doi.org/10.1038/s42005-023-01244-7>;
5. Хисматуллин Г. С., Кленов Н. В., Соловьев И. И., Оптимизация ячеек адиабатических сверхпроводниковых логических устройств за счет использования джозефсоновских π -контактов // Письма в ЖЭТФ. – Т. 118. – Вып. 3. – С. 214 – 223, <https://doi.org/10.31857/S1234567823150120>;
6. Babich I., Kudriashov A., Baranov D., Stolyarov V. S., Limitations of the current-phase relation measurements by an asymmetric dc-SQUID // Nano Letters. – 2023. – Vol. 23 (14). – P. 6713–6719, <https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.3c01970>;
7. Ким Т. М., Меренков А. В., Ермаков А. Б., Соломатов Л. С., Чичков В. И., Шитов С. В., Устройства и методы измерения параметров RFTES-болометра // Журнал технической физики. – 2023. – Вып. 93(7). – №. 995, <https://doi.org/10.21883/JTF.2023.0755759.117-23>;
8. С. В. Шитов, Активный сверхпроводящий терагерцовый детектор // Журнал технической физики. – 2023. – Вып. 93(7). – №. 988, <https://doi.org/10.21883/JTF.2023.0755758.116-23>
9. Cojocari M., Merenkov A., Kovalev F., S. Shitov S., Basharin A., Meta-bolometer Based on Toroidal Response // Pis'ma v ZhETF. – 2023. – Vol. 118. – Is. 5. – P. 367 – 368, <https://doi.org/10.1134/S0021364023601732>;
10. I. A. Golovchanskiy, V. V. Ryazanov, V. S. Stolyarov, Antiferromagnetic Resonances in Superconductor-Ferromagnet Multilayers // Phys. Rev. Applied. – 2023. – Vol. 20. – No. L021001, <https://doi.org/10.1103/PhysRevApplied.20.L021001>.

Основные научно-технические показатели

- Количество публикаций, индексируемых в международных базах данных Web of Science, Scopus – 12;
- Экспонаты научных разработок сотрудников лаборатории были представлены на выставке

ЦИПР «Цифровая индустрия промышленной
России»;

- Количество созданных объектов интеллектуальной собственности – 2;

Награды

Леонид Соломатов – призер в номинации «Физика»
VIII Всероссийского конкурса научно-исследова-

тельного собственности – 2;

шего в рамках форума «Наука будущего – Наука
молодых».

Контактная информация

Шитов Сергей Витальевич, заведующий лабораторией

e-mail: shitov@misis.ru

119049, Москва, Ленинский проспект, 4, стр. 1, кабинет Б-703

ЛАБОРАТОРИЯ «ЛАЗЕРНО-УЛЬТРАЗВУКОВЫХ МЕТОДОВ ИНТРОСКОПИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ»



Карабутов Александр Алексеевич, заведующий лабораторией, д-р физ.-мат. наук

Цель лаборатории

развитие технологий исследования структурных особенностей и физико-механических свойств конструкционных материалов гетерогенных сред на основе методов лазерной ультразвуковой диагностики.

Задачи

- совершенствование методов исследования структурных особенностей и физико-механических свойств сложных природных и синтезированных гетерогенных материалов;
- управление свойствами материалов при селективном лазерном сплавлении;
- разработка цифрового паспорта исследуемых изделий;
- реверс-инжиниринг с применением лазерной ультразвуковой диагностики.

Основные научные направления деятельности лаборатории

Акустика, лазерная физика, приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы, геофизика

Кадровый потенциал подразделения

4 доктора наук, 6 кандидата наук, 2 аспиранта, 3 студента.

49 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ

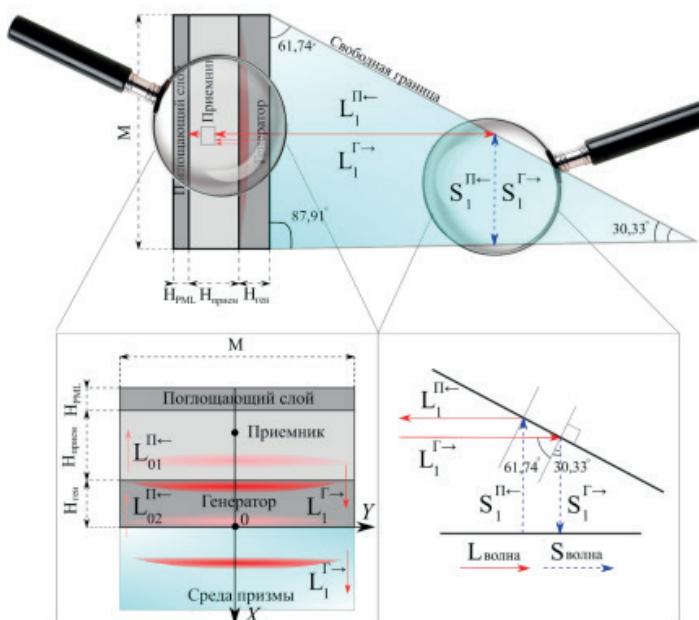
- 2019–2021 гг. – на базе лаборатории ЛУМИИ выполнялся проект на тему: «Исследование влияния пучковой энергии на формирование свойств материалов», Заказчик: ООО «РусАТ», стоимость 200 млн. руб.;
- 2022 г. – на базе лаборатории ЛУМИИ выполнялся проект на тему: «Управление качеством и свойствами металлических материалов, полученных путем прямого селективного воздействия на кристаллическую структуру первичных фаз при затвердевании. Этап 2022 года», Заказчик: ГК «Росатом», стоимость 148 млн. руб.
- 2023 г. – на базе лаборатории выполнялся проект на тему: «Разработка лабораторной технологии и оборудования аддитивного производства с лазерным источником концентрированной энергии для получения изделий с управляемым уровнем свойств», Заказчик: «АО «НИИ НПО «ЛУЧ», стоимость 49 млн. руб.
- В том числе в 2023 году сотрудниками лаборатории успешно были выполнены ряд проектов, заказчиками которых являлись АО «НИИАС», ГУП «Мосводосток», АО «ПНТЗ» на сумму более 15 млн.

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

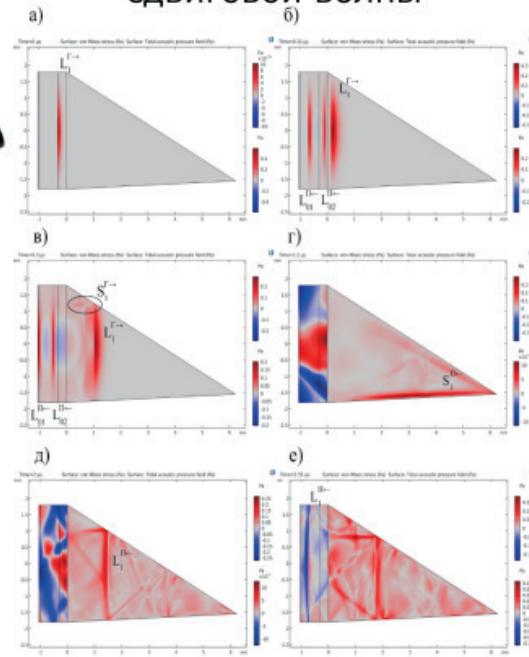
- АО НИИАС, тема: «Работы по проведению исследовательских испытаний технических средств, определенных по итогам проведения анализа существующих технических средств, работающих на основе методов неразрушающего контроля, на предмет выявления трещин в заранее выбракованных литых деталях тележек и ко-
- лесных пар грузовых вагонов, предоставленных Заказчиком», сумма 13,68 млн. руб.;
- НПО «ЛУЧ», тема: «Разработка лабораторной технологии и оборудования аддитивного производства с лазерным источником концентрированной энергии для получения изделий с управляемым уровнем свойств», сумма 49 млн. руб.

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

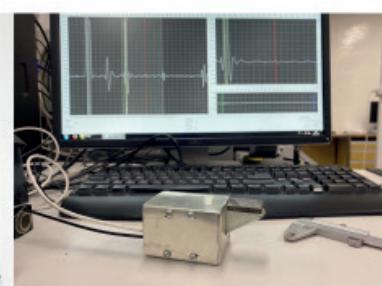
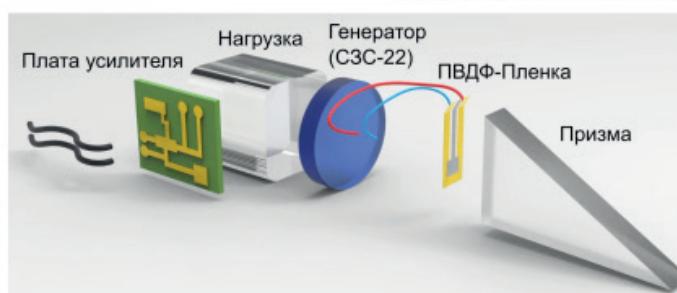
Расчётная модель для компьютерного моделирования



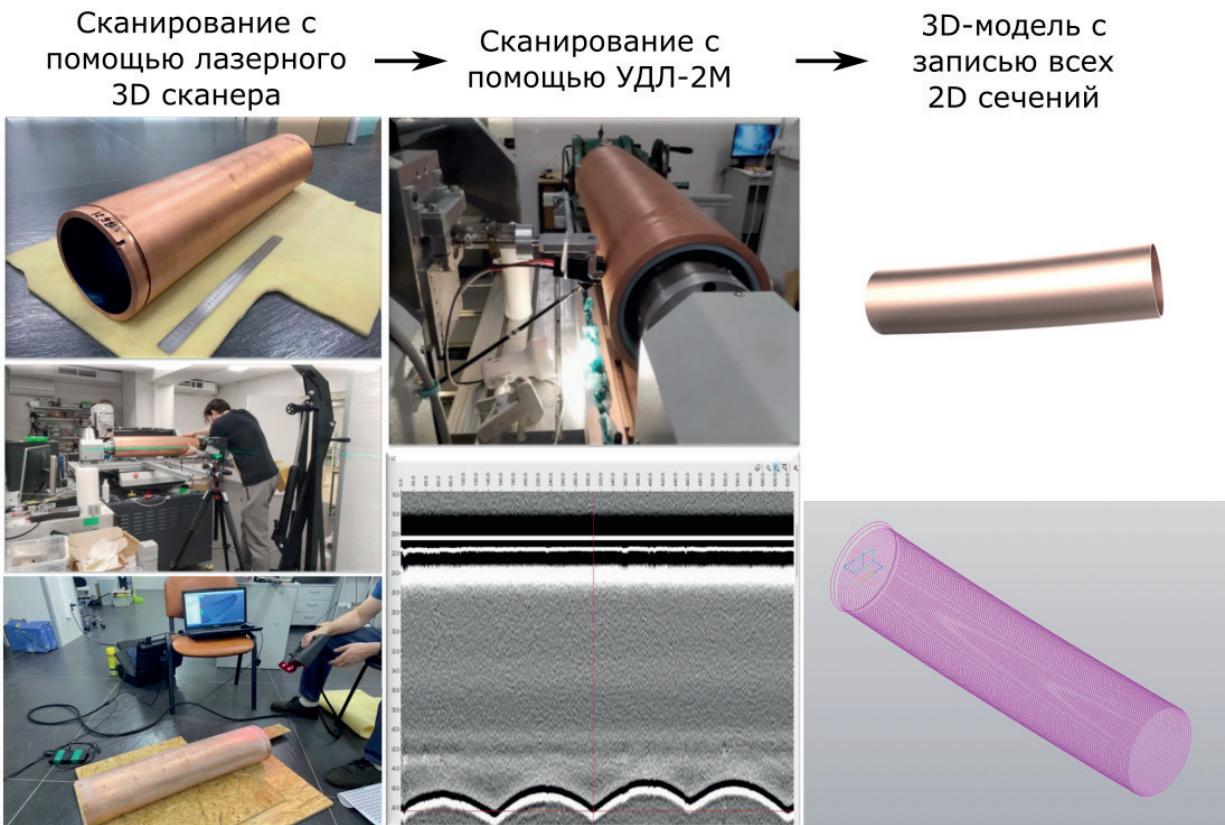
Моделирование распространения сдвиговой волны



Проектирование и изготовление преобразователя



Разработка широкополосного лазерно-ультразвукового преобразователя сдвиговых волн



Реализация обратного инжиниринга с помощью лазерно-ультразвуковой диагностики

Подготовка специалистов высшей квалификации

На базе лаборатории подготовлены 2 диссертации и защищены в 2023 году, 2 диссертации выполняются в настоящий момент.

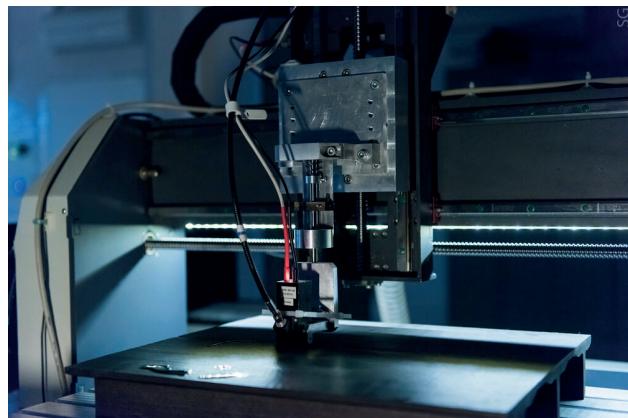
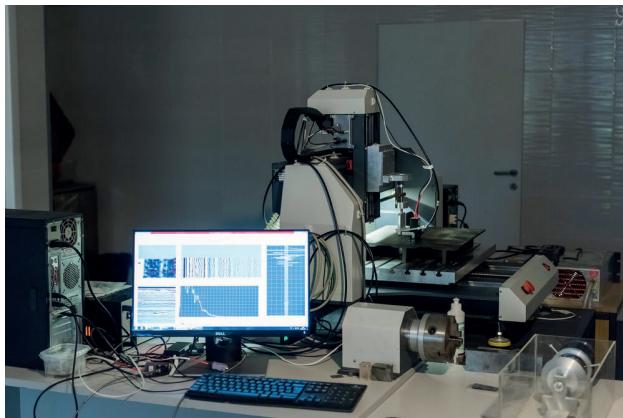
Список основных публикаций подразделения за 2023 год

- Иванов П. Н. Разработка широкополосного лазерно-ультразвукового преобразователя сдвиговых волн и его апробация на изотропных материалах и образцах горных пород // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2023. – № 4. – С. 35–47. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_4_0_35;
- Черепецкая Е. Б., Залевский Я. О. Исследование пористости образцов осадочных пород методами ядерного магнитного резонанса и лазерно-ультразвуковой структуроскопии // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2023. – № 8. – С. 63–71. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_8_0_63;
- Черепецкая Е. Б., Безруков В. И. Оценка коэффициента трещиностойкости при циклическом воздействии температурными полями // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2023. – № 1. – С. 49–58. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_1_0_49;
- Rakoch, A. G., Lobach, A. A., Monakhova, E. P., Begnarsky, V. V., Volkova, O. V. Corrosion behavior of steel 08Yu in simulated service solution of heating systems // Chernye Metally, 2023, 2023(7), страницы 72–78.

Основные научно-технические показатели

- Количество публикаций: 22;
- ОИС: 3;
- Методик: 4;
- Конференции: 10;
- Защищенных диссертаций: 3;

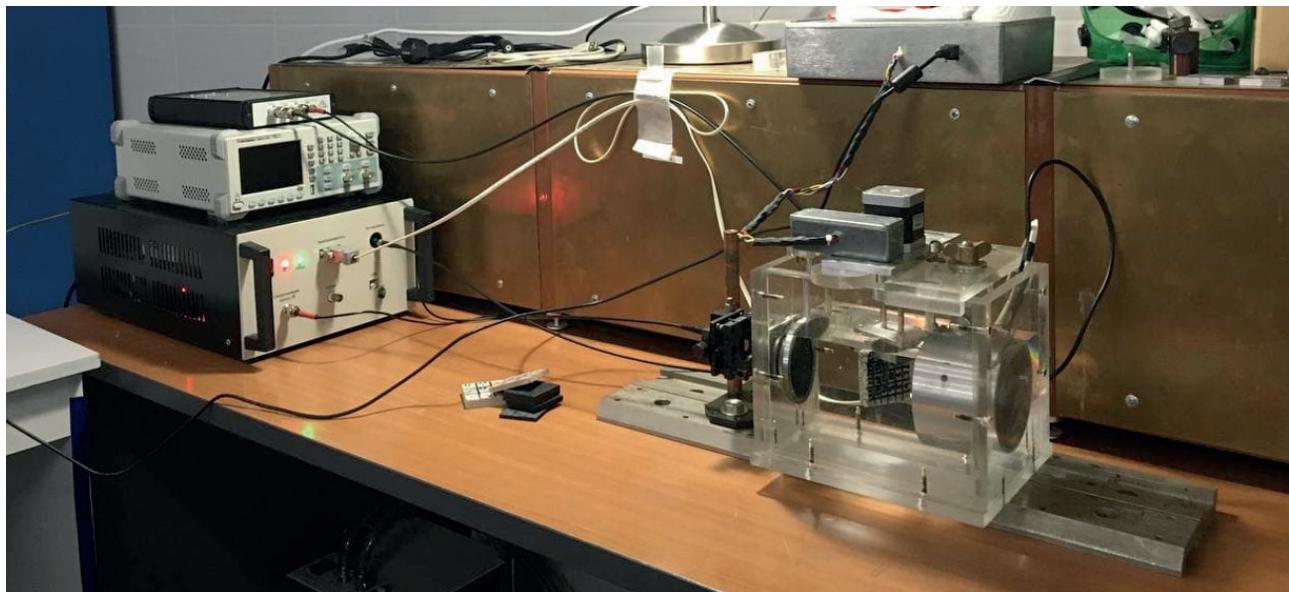
Оборудование



Лазерный ультразвуковой дефектоскоп УДЛ-2М.

Уникальный автоматизированный лазерно-ультразвуковой дефектоскоп позволяет возбуждать короткие мощные ультразвуковые импульсы с амплитудой давления до 10 МПа, длительностью менее 100 нс, частотным спектром от 50 кГц до 200 МГц.

Динамический диапазон данных систем составляет 60–70 дБ. Аналогов данным дефектоскопам в мире не существует. Данный дефектоскоп позволяет с высокой точностью исследовать внутреннюю структуру материалов.



Уникальная научная установка Геоскан-02М (и его модификация О2МУ) предназначена для исследования упругих свойств образцов, дефектности и поврежденности их структуры исседование и ани-

зотропии в широком частотном диапазоне твердых материалов, включая геоматериалы.

<https://ckp-rf.ru/catalog/usu/200990/>

Контактная информация

Черепецкая Елена Борисовна, главный научный сотрудник
тел.: +7(916)604-10-12, e-mail: eb.cherepetskaya@misis.ru, Т-119

ЛАБОРАТОРИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ



Шулятев Дмитрий
Александрович, заведующий
лабораторией, канд. техн. наук

Научно-исследовательская деятельность лаборатории направлена на разработку вычислительных инструментов нового поколения, основанных на наиболее фундаментальных принципах квантовой физики и на их использование, на современных суперкомпьютерах для ускоренного научно-обоснованного поиска новых материалов.

Основные научные направления деятельности кафедры

- Моделирование свойств материалов с высокой точностью и производительностью с учетом температуры, неупорядоченного магнетизма, электронных корреляций и т.д;
- Моделирование влияния примесей и комбинаций примесей на свойства аустенитной фазы железа с фокусом на фундаментальные исследования магнитно-неупорядоченных фаз;
- Исследование влияния динамики кристаллической решетки, магнитных и многоэлектронных эффектов на свойства перспективных материалов для приложений в электронике и экологически чистой энергетике;
- Моделирование технологически важных нитридов, карбидов, боридов и интерметаллидов;
- Исследование электронных и магнитных свойств перспективных наноматериалов;
- Разработка методологии и проведение первопринципных расчетов для создания нового поколения термодинамических баз данных.

Кадровый потенциал подразделения

докторов наук – 1 чел., кандидатов наук – 7 чел., аспирантов – 2 чел., студентов – 3 чел.

15,7 млн руб.

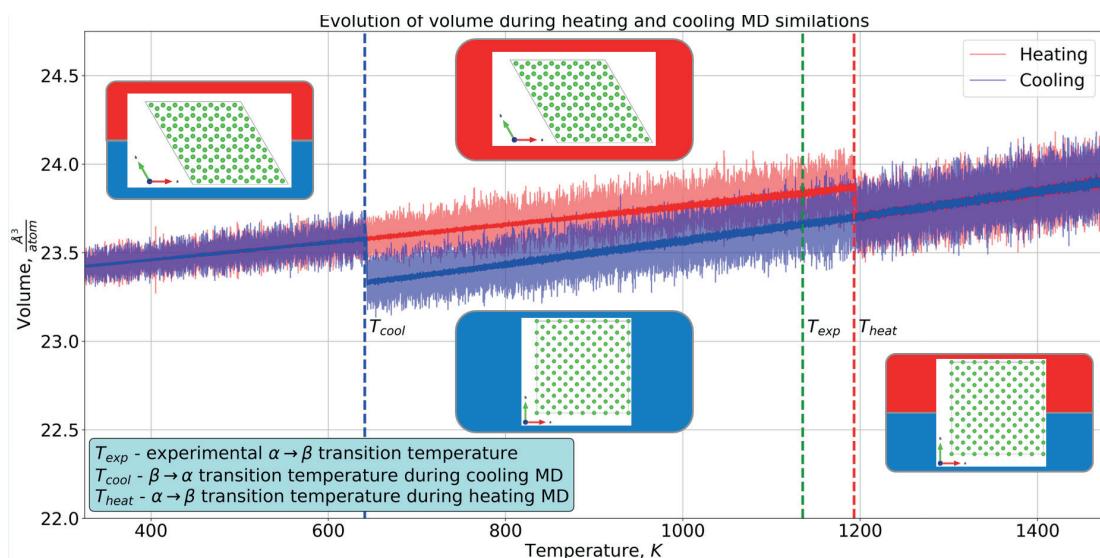
Общий объем финансирования
научно-исследовательских
работ в 2023 году

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

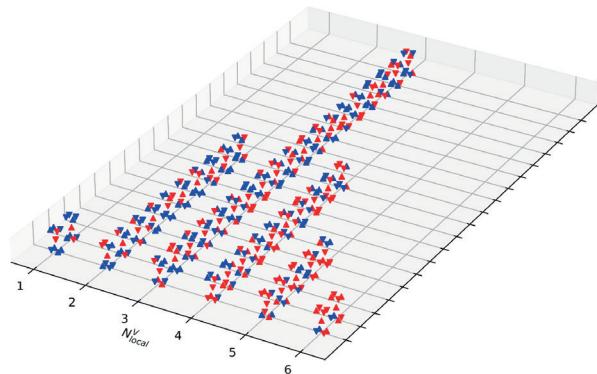
1. Грант РНФ: «Компьютерный скрининг свойств титановых и циркониевых сплавов в многомерном пространстве концентраций и температуры»;
2. Грант РНФ: «Компьютерный дизайн новых перспективных конструкционных материалов для ядерной энергетики»;
3. Грант в рамках Программы стратегического академического лидерства Приоритет – 2030: «Разработка прототипа базы данных материалов, демонстрирующих свойства спиновых жидкостей».

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

1. Отработана методика исследования температурных фазовых переходов с использованием машинно-обученных потенциалов межатомного взаимодействия;

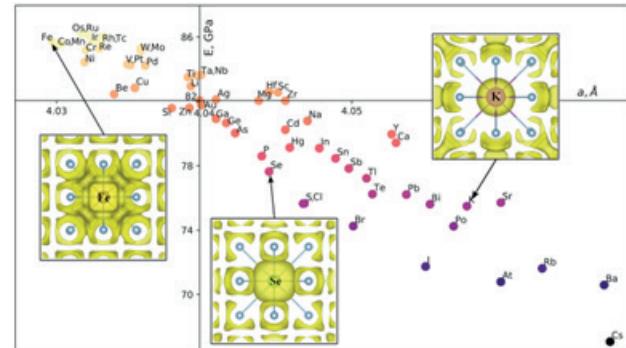


2. Теоретически предсказано существование локальных магнитных моментов в разупорядоченном сплаве, состоящем из немагнитных компонентов. Исследована магнитная структура, показано, что наименьшей энергией обладает разупорядоченное состояние магнитных моментов;



3. В Zr теоретически предсказан эффект, обратный наблюдаемому в некоторых металл-ионных батарейках, а именно деформационная зависимость коэффициента самодиффузии Zr, проявляющаяся при величинах деформации больше 1%;
4. Теоретическое исследование влияния легирования Si на магнитные и упругие свойства, а также термодинамическую стабильность ферромагнитных ОЦК Fe-Cr твердых растворов при $T = 0$ К показало, что добавление Si к Fe-Cr сплавам увеличивает растворимость Cr в ферромагнитном железе и приводит к росту упругой константы С44. Анализ концентрационных зависимостей параметра пластиичности G/B и карт распределения разностной зарядовой плотности в Fe-Cr-Si сплавах позволили установить корреляции между изменением соотношения компонент атомной связи и свойствами сплавов;

5. С использованием методов теории функционала электронной плотности и машинного обучения проведено систематическое изучение свойства перспективных бинарных разбавленных алюминиевых сплавов с концентрацией примесей 1–2 ат.%. Показано, что изменение зависимостей объемного модуля, модулей сдвига и Юнга от легирующих элементов при движении по каждому периоду имеют параболический вид. Этот эффект был исследован с помощью анализа изменений зарядовой плотности при сплавлении. Сравнение методов машинного обучения для предсказания модуля Юнга в сплавах алюминия показано, что наилучшие результаты достигаются при использовании метода опорных векторов в сочетании с радиальной базисной функцией ядра;



6. Разработана модель для предсказания радиационного распухания аустенитных сталей под воздействием облучения быстрыми нейтронами. Модель представляет собой нейронную сеть, для обучения которой использовались данные из открытых источников. Модель позволяет предсказывать профиль объемного распухания стали с зависимостью от состава стали и условий облучения.

Подготовка специалистов высшей квалификации

- Защищена одна выпускная квалификационная работа магистра;
- Защищена одна кандидатская диссертационная работа.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Пономарева А. В., Упругие свойства B2-NiAl с добавлением W: исследование из первых принципов // Физика твердого тела, 2023, том 65, вып. 1, стр. 20–25 DOI: 10.21883/FTT.2023.01.53917.477;
2. Smirnova E. A., Ponomareva A. V., Konov D. A., Belov M. P., A Systematic First-Principles Description of the Thermodynamic, Elastic, and Mechanical Properties of Zr-Based Binary BCC Alloys// Physics of Metals and Metallography, 2023, 124(6), 583–599 DOI: 10.1134/S0031918X23600823;
3. Smirnova E. A., Karavaev K. V., Ponomareva A. V., Data-driven study of dilute aluminum alloys // Journal of Materials Research, 2023, 38(16), 3850–3860 DOI: 10.1557/s43578-023-01102-w;
4. Korotaev P., Yanilkin A., Steels classification by machine learning and Calphad methods // Calphad, 2023, 82, 102587 DOI: 10.1016/j.calphad.2023.102587.

Оборудование

1 (компьютерный кластер, входящих в топ-50 суперкомпьютеров РФ)

Контактная информация

Шулятев Дмитрий Александрович, заведующий лабораторией
тел.: +7 (495) 638 44 69, e-mail: shulyatev@misis.ru, кабинет Б-107

ЛАБОРАТОРИЯ НАНОХИМИИ И ЭКОЛОГИИ



Кустов Леонид Модестович,
заведующий лабораторией,
д-р хим. наук

Основная деятельность лаборатории направлена на разработку катализаторов и адсорбентов нового поколения для повышения энергоэффективности процессов химической технологии и решения проблемы комплексной переработки природного и попутных газов, а также биогаза и другого органического сырья, в том числе возобновляемого, с использованием различных процессов. Лаборатории создана для решения фундаментальных и прикладных задач в областях химического синтеза, катализа и экологии.

Основные научные направления деятельности лаборатории

Лаборатория «Нанохимии и экологии» ведет исследования в следующих направлениях:

1. Разработка «зеленых» катализаторов для повышения энергоэффективности процессов химической технологии и решения проблемы декарбонизации путём вовлечения диоксида углерода в катализитические процессы;
2. Синтез и исследование гетерогенных нанокатализаторов для различных процессов газохимии, нефтехимии и экологии;
3. Разработка наноразмерных адсорбентов для очистки объектов окружающей среды;
4. Парциальное или полное окисление различных соединений;
5. Процессы селективного гидрирования различных классов соединений в продукты с добавленной стоимостью;
6. Каталитическая конверсия легких алканов;
7. Каталитическая очистка воздуха от летучих органических соединений и парниковых газов.

12,5 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Кадровый потенциал подразделения:

1 д-р хим. наук, 3 канд. хим. наук, 2 аспиранта, 2 студента

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

1. Три НИОКРа с ООО «Газпромнефть-Промышленные инновации» на общую сумму 7,5 млн. руб.;
2. Выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по теме: «Разработка способа синтеза о-крезола как интермедиата для фармсубстанций»;
3. Выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по теме: «Разработка способа синтеза 2-амино-2-гидроксиметил-1,3-пропандиола как интермедиата для фармсубстанций»;
4. Выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по теме: «Разработка способа синтеза эпихлоргидрина как интермедиата для фармсубстанций».

Подготовка специалистов высшей квалификации

- защита 1 кандидатской диссертации аспиранта МИСИС;
- 1 аспирант МИСИС 3-го года обучения.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. O. Tursunov, K. Śpiewak, N. Abduganiev, Y. Yang, A. Kustov, and I. Karimov. Thermogravimetric and thermovolumetric study of municipal solid waste (msw) and wood biomass for hydrogen-rich gas production: a case study of tashkent region. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(52):112631–112643, 2023. DOI: 10.1007/s11356-023-30368-0;
2. K. V. Vikanova, A. L. Kustov, E. A. Makhov, O. P. Tkachenko, G. I. Kapustin, K. B. Kalmykov, I. V. Mishin, V. D. Nissenbaum, S. F. Dunaev, and L. M. Kustov. Rhenium-contained catalysts based on superacid zro₂ supports for co₂ utilization. *Fuel*, 351:128956, 2023. DOI: 10.1016/j.fuel.2023.128956;
3. E. Vertepov, A. A. Fedorova, A. M. Batkin, A. V. Knotko, K. I. Maslakov, V. D. Doljenko, A. V. Vasiliev, G. I. Kapustin, T. B. Shatalova, N. M. Sorokina, L. M. Kustov, I. V. Morozov, and A. L. Kustov. Co₂ hydrogenation to methanol on cuo-zno/sio₂ and cuo-zno/ceo₂-sio₂ catalysts synthesized with β-cyclodextrin template. *Catalysts*, 13(9):1231, 2023. DOI: 10.3390/catal13091231;
4. Shesterkina, O. A. Kirichenko, O. P. Tkachenko, A. L. Kustov, and L. M. Kustov. Liquid-phase partial hydrogenation of phenylacetylene at ambient conditions catalyzed by pd-fe-o nanoparticles supported on silica. *Nanomaterials*, 13(15):2247–2247, 2023. DOI: 10.3390/nano13152247;
5. Shesterkina, K. V. Vikanova, V. S. Zhuravleva, A. L. Kustov, N. A. Davshan, I. V. Mishin, A. A. Strekalova, and L. M. Kustov. A novel catalyst based on nickel phyllosilicate for the selective hydrogenation of unsaturated compounds. *MOLECULAR CATALYSIS*, 547:113341, 2023. DOI: 10.1016/j.mcat.2023.113341;
6. Beldova, A. A. Medvedev, A. L. Kustov, M. Y. Mashkin, V. Y. Kirsanov, I. V. Vysotskaya, P. V. Sokolovs-kiy, and L. M. Kustov. Co²⁺-assisted sugar cane gasification using transition metal catalysis: An impact of metal loading on the catalytic behavior. *Materials*, 16(16):5662–5662, 2023. DOI: 10.3390/ma16165662;
7. S. Makova, A. L. Kustov, N. A. Davshan, I. V. Mishin, K. B. Kalmykov, A. A. Shesterkina, and L. M. Kustov. Synthesis of ferrierite-type zeolite by microwave method using ethylenediamine as an organic structure-directing agent. *Mendeleev Communications*, 33(4):528–530, 2023. DOI: 10.1016/j.mencom.2023.06.028;
8. Medvedev, A. L. Kustov, D. A. Beldova, S. B. Polikarpova, V. E. Ponomarev, E. V. Murashova, P. V. Sokolovskiy, and L. M. Kustov. A synergistic effect of potassium and transition metal compounds on the catalytic behaviour of hydrolysis lignin in co²⁺-assisted gasification. *Energies*, 16(11):4335, 2023. DOI: 10.3390/en16114335;
9. Strekalova, A. A. Shesterkina, A. L. Kustov, and L. M. Kustov. Recent studies on the application of microwave-assisted method for the preparation of heterogeneous catalysts and catalytic hydrogenation processes. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(9):8272, 2023. DOI: 10.3390/ijms24098272;
10. M. Y. Mashkin, M. A. Tedeeva, A. A. Fedorova, E. R. Fatula, A. V. Egorov, S. V. Dvoryak, K. I. Maslakov, A. V. Knotko, A. E. Baranchikov, G. I. Kapustin, D. I. Petukhov, T. B. Shatalova, I. V. Morozov, L. M. Kustov, and A. L. Kustov. Synthesis of cexzr1-xo²/sio² supports for chromium oxide catalysts of oxidative dehydrogenation of propane with carbon dioxide. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 98(5):1247–1259, 2023. DOI: 10.1002/jctb.7339.

Основные научно-технические показатели

- Количество публикаций: 14;
- 1 защищенная кандидатская диссертация;

Премии и награды за научно-инновационные достижения

1. В состав лаборатории входит 2 Лауреата Премии Правительства Москвы (Кустов А. Л., Шестеркина А. А.) в 2023 году;
2. Победитель в конкурсе мэра Москвы в 2023 году «Новатор Москвы»;
3. 2 эксперта РНФ.

Оборудование



**Каталитический реактор для жидкофазных
процессов под давлением Parr**



**Каталитический реактор высокого давления для процессов в сверхкритических условиях
с принадлежностями, Nanalteco**

Контактная информация
Кустов Александр Леонидович
тел.: +7(926)215-51-24, e-mail: kustov@misis.ru

ЛАБОРАТОРИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ



**Акихиса Иноэ, заведующий
лабораторией, канд. техн. наук**

Работа лаборатории направлена на разработку и исследование новых метастабильных функциональных материалов и покрытий на основе железа, а также комплексно-легированных сплавов с целью расширения области их применения.

Кадровый потенциал подразделения

Кандидатов наук – 5 чел., аспирантов – 2 чел., студентов – 2 чел.

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

В рамках реализации программы стратегического академического лидерства «Приоритет 2030» выполняется проект «Перспективные аморфные иnanoструктурные магнитные и конструкционные материалы на основе железа, полученные с применением предельных композиций и структурного контроля» с объемом финансирования в 2023 году в размере 11 млн. рублей.

11 млн руб.

Общий объем финансирования
научно-исследовательских
работ в 2023 году

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

- Исследованы структура, термическая стабильность и магнитные свойства новых аморфных сплавов составов $(Fe_{1-x}Co_x)_{100-y}B_ySi_1$, где $x=0,2; 0,3; 0,4$ и $y=14-19$ (ат.%), $(Fe_{0,8}Co_{0,2})_{85}B_{14-x}Si_1M_x$ и $(Fe_{0,8}Co_{0,2})_{84}B_{13-x}Si_1M_x$ ($M=C$ или P , $x=1$ ат.%). Граница образования аморфной фазы составляет при содержании металлов $(Fe+Co)$ 84%. Увеличение содержания металлов в области аморфных сплавов приводит к смене процесса кристаллизации с выделением зерен твердого раствора ОЦК-(Fe,Co). Аморфные сплавы на основе $(Fe+Co)$, отожженные в оптимальных условиях, показали превосходные магнитомагнитные свойства, например, отожженный аморфный сплав $(Fe_{0,8}Co_{0,2})_{84}B_{15}Si_1$ обладает высокой намагниченностью насыщения 2,0 Тл, низкой коэрцитивной силой 7,6 А/м, высокой магнитной проницаемостью 13500 на частоте 1 кГц и низкими потерями в сердечнике 5,5 и 19,7 Вт/кг. при 100 мТл и 200 мТл, соответственно, на частоте 10 кГц. Данные показатели превосходят характеристики коммерческих Fe-Si электротехнических сталей. Сделан вывод, что полученные сплавы также обладают высокой термической стабильностью индукции насыщения, что позволит использовать их при высоких рабочих температурах;
- Методом быстрой закалки получены ленты сплавов $(Fe_{62}Cr_{24}Co_{14})_{76-x}B_{23-x}Si_1$ (ат.%), где $x=0-10$. Установлено, что критическая толщина ленты увеличивается с увеличением содержания бора и составляет 40 мкм для сплавов с $x=0$ и 18 мкм для сплава с $x=10$. Получено, что с увеличением содержания бора в составе механизма кристаллизации сплавов изменяется с первичной кристаллизации α -твердого раствора на эвтектический, в результате которого образуется наноразмерная смесь α -твердого раствора и высокотемпературная метастабильная фаза $(Fe, Cr)_3B$, стабильная до температуры 750°C. Показаны различия в изменении магнитных моментов при кристаллизации по двум механизмам во время нагрева. Установлено, что формирование наноразмерной эвтектической смеси $[\alpha + (Fe, Cr)_3B]$ в процессе кристаллизации аморфной фазы в быстrozакаленных сплавах на основе системы Fe – Co – Cr, легированных Si и B является причиной получения высококоэрцитивного состояния, с коэрцитивной силой от 5 до 53 кА/м и удельной магнитной энергией от 1,6 до 4,7 кДж/м³;
- Построены модели поведения сталей Fe-30Mn-10Al-3Si-1C и Fe-30Mn-10Al-1C-3Si-3Ni и эво-

люции микроструктуры при горячей пластической деформации. Показано, что напряжение течения легированной никелем стали ниже, чем у нелегированной, что объясняется большей долей мягкого феррита. Показано, что эффективная энергия активации сталей имеет значения ниже, чем у сталей близкого состава, не содержащих кремний и никель. Проведено определение механических свойств горячеде-

формированных образцов из стали Fe–30Mn–10Al–3Si–1C, полученной в полупромышленных условиях. Показано, что удельная прочность составила $(216\ 000\text{--}233\ 000)\ \text{м}^2/\text{с}^2$, что на 50% больше, чем у разработанных к настоящему времени высокопрочных сталей, применяемых в автомобилестроении. При этом существует возможность увеличения прочности за счет холодной пластической деформации.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. A. Yu. Churyumov, A. A. Kazakova, Prediction of Hot Deformation Behavior of High Manganese Steel using Artificial Neural Network // Materials 16(3) (2023) 1083, <https://doi.org/10.3390/ma16031083>;
2. D. A. Milkova, A. I. Bazlov, E. N. Zanaeva, A. Yu. Churyumov, I. V. Strochko, E. V. Ubyivovk, A. Inoue, (Fe-Ni) – based glassy alloy containing Nb and Cu with excellent soft magnetic properties // Journal of Non-Crystalline Solids 609 (2023) 122234, <https://doi.org/10.1016/j.jnoncrysol.2023.122234>;
3. A. I. Bazlov, M. S. Parkhomenko, E. V. Ubyivovk, E. N. Zanaeva, T. A. Bazlova, D. V. Gunderov, Severe plastic deformation influence on the structure transformation of the amorphous $\text{Zr}_{62.5}\text{Cu}_{22.5}\text{Al}_{10}\text{Fe}_5$ alloy // Intermetallics 152 (2023) 107777. <https://doi.org/10.1016/j.intermet.2022.107777>.

Контактная информация

Акихиса Иноуэ, заведующий лабораторией

e-mail: inoue@misis.ru

ЛАБОРАТОРИЯ СВЕРХПРОВОДНИКОВЫХ КВАНТОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Научные задачи лаборатории связаны с исследованиями сверхпроводниковых электронных устройств, созданных по планарной тонкопленочной технологии. Прежде всего, это – сверхпроводниковые кубиты, квантовые цепи и элементы систем для квантовых вычислений. Также, в лаборатории ведутся работы по созданию сверхпроводниковых параметрических усилителей, напылению сверхпроводниковых пленок с высокой кинетической индуктивностью, исследованию квантовых метаматериалов на основе сверхпроводниковых кубитов.

Фундаментальные аспекты научных работ, проводимых в лаборатории, связаны с экспериментальными исследованиями и моделированием явлений, описываемых нелинейной и квантовой физикой, а также электродинамикой сверхпроводников.

Практическое применение результатов исследований в значительной степени связано с бурно развивающейся в настоящее время элементной базой для построения квантовых компьютеров и квантовых симуляторов.

124 млн руб.

Общий объем финансирования
научно-исследовательских
работ в 2023 году

Кадровый потенциал подразделения

5 докторов наук, 16 кандидатов наук, 4 соискателя ученой степени кандидата наук, 7 аспирантов, 4 студента. Доля сотрудников до 39 лет – 71%.

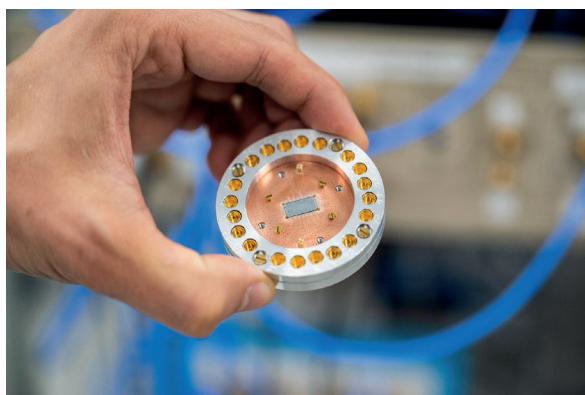
Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

- Стратегический проект «Квантовый интернет» в рамках Программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030»;
- «Квантовый процессор на основе сверхпроводников. Новые типы сверхпроводниковых кубитов с высокими временами когерентности», НИОКР в рамках реализации Дорожной карты развития высокотехнологичной области «Квантовые вычисления»;
- «Сверхпроводниковые технологии для обработки квантовой информации», научный проект Российской научного фонда № 21-72-30026 по мероприятию «Проведение исследований научными лабораториями мирового уровня в рамках реализации приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации»;
- «Разработка сверхпроводящих параметрических усилителей с уровнем шумов близким к квантовому пределу для усиления микроволновых сигналов при считывании кубитов и других применений», НИОКР по заказу ООО «КуРэйт».

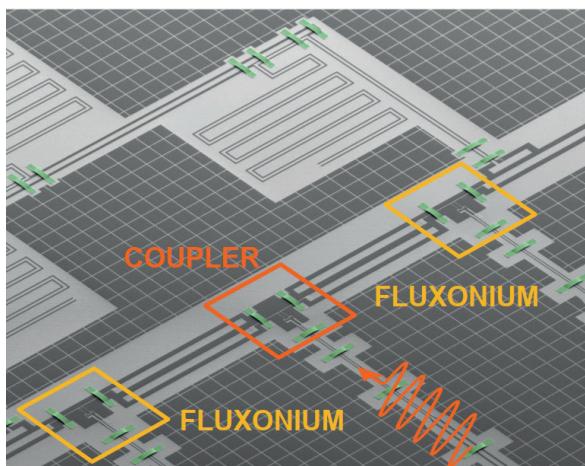
Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

1. Продемонстрирован универсальный масштабируемый 8-и кубитный квантовый процессор на основе сверхпроводниковых кубитов. Квантовый процессор состоит из кубитов-трансмиссивных концентрической формы и перестраиваемых элементов связи между ними. Такой способ

связи позволяет регулировать взаимодействие между кубитами и предотвращает утечку квантового состояния из вычислительного пространства. На процессоре продемонстрированы двухкубитные квантовые операции с точностью выше 96%.



2. В направлении развития сверхпроводниковых кубитов новых типов достигнуты времена жизни кубитов с высокой кинетической индуктивностью, так называемых кубитов-флаксониумов, – свыше 200 мкс.



3. На квантовой схеме, состоящей из трех емкостно связанных кубитов-флаксониумов, экспериментально реализован новый метод выполнения запутывающей двухкубитной операции (CZ) с использованием микроволнового импульса на элемент связи. Предложен алгоритм калибровки квантового вентиля и экспериментально измерена квантовая томография двухкубитных операций. Точность двухкубитной операции, исследованная методом перекрестно-энтропийного тестирования, составила 97,6%, а длительность – 44 нс. Достигнутые результаты открывают перспективы реализации на основе кубитов-флаксониумов универсальных квантовых процессоров.

4. В области исследований альтернативных квантовых и открытых систем экспериментально реализован неравновесный фазовый переход на кутритном процессоре на основе сверхпроводниковых кубитов-трансмонов. Для реализации процессора был задействован второй возбужденный энергетический уровень трансмона. Полученный результат демонстрирует способность кутрита, трехуровневой квантовой системы, реализовать фазовый переход с нарушением симметрии чётности, что открывает перспективы многоуровневых процессоров для моделирования различных физических эффектов.



Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. I. A. Simakov, G. S. Mazhorin, I. N. Moskalenko, N. N. Abramov, A. A. Grigorev, D. O. Moskalev, A. A. Pishchimova, N. S. Smirnov, E. V. Zikiy, I. A. Rodionov, I. S. Besedin. Coupler Microwave-Activated Controlled-Phase Gate on Fluxonium Qubits // PRX Quantum 4 (2023) 040321. <https://doi.org/10.1103/PRXQuantum.4.040321>;
2. P. A. Nosov, D. S. Shapiro, M. Goldstein, and I. S. Burmistrov. Reaction-diffusive dynamics of number-conserving dissipative quantum state preparation // Physical Review B 107 (2023) 174312. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.107.174312>;
3. A. A. Sokolova , D. A. Kalacheva , G. P. Fedorov , O. V. Astafiev. Overcoming photon blockade in a circuit-QED single-atom maser with engineered metastability and strong coupling // Physical Review A 107 (2023) L031701. <https://doi.org/10.1103/PhysRevA.107.L031701>;

4. V. Sheina, Guillaume Lang, V. Stolyarov, V. Marchenkov, S. Naumov, A. Perevalova, J.-C. Girard, G. Rodary, C. David, L. R. Sop, D. Pierucci, A. Ouerghi, J.-L. Cantin, B. Leridon, M. Ghorbani-Asl, A. V. Krasheninnikov & H. Aubin. Hydrogenic spin-valley states of the bromine donor in 2H-MoTe² // Communications Physics 6 (2023) 135. <https://doi.org/10.1038/s42005-023-01244-7>;
5. S. A. Gunin, A. Yu. Dmitriev, A. V. Vasenin, K. S. Tikhonov, G. P. Fedorov, and O. V. Astafiev. Quantum and classical field scattered on a single two-level system // Physical Review A 108 (2023) 033723. <https://doi.org/10.1103/PhysRevA.108.033723>;
6. S. Eremeev, D. Glazkova, G. Poelchen, A. Kraiker, K. Ali, A. Tarasov, S. Schulz, K. Kliemt, E. Chulkov, V. Stolyarov, A. Ernst, C. Krellner, D. Y. Usachov, D. Vyalikh. Insight into the electronic structure of the centrosymmetric skyrmion magnet GdRu²Si². // Nanoscale Advances 5 (2023) 6678. <https://doi.org/10.1039/d3na00435j>;
7. K. Kliemt, M. Ocker, S. Krebber, S. Schulz, D. V. Vyalikh, C. Krellner, and D. Yu. Usachov. Moment canting and domain effects in antiferromagnetic DyRh²Si². // Physical Review B 107 (2023) 224424. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.107.224424>;
8. D. Y. Usachov, A. V. Tarasov, D. Glazkova, M. Mende, S. Schulz, G. Poelchen, A. V. Fedorov, O. Y. Vilkov, K. A. Bokai, V. S. Stolyarov, K. Kliemt, C. Krellner, D. V. Vyalikh. Insight into the Temperature-Dependent Canting of 4f Magnetic Moments from 4f Photoemission. // Journal of Physical Chemistry Letters 14 (2023) 24, 5537–5545. <https://doi.org/10.1021/acs.jpclett.3c01276>;
9. V. N. Petruhanov and A. N. Pechen, Quantum Gate Generation in Two-Level Open Quantum Systems by Coherent and Incoherent Photons Found with Gradient Search // Photonics 10(2), (2023) 220, <https://doi.org/10.3390/photonics10020220>;
10. V. Morzhin, A. N. Pechen, Optimal state manipulation for a two-qubit system driven by coherent and incoherent controls, Quantum Information Processing (2023) 22:241. <https://doi.org/10.1007/s11128-023-03946-x>.

Основные научно-технические показатели

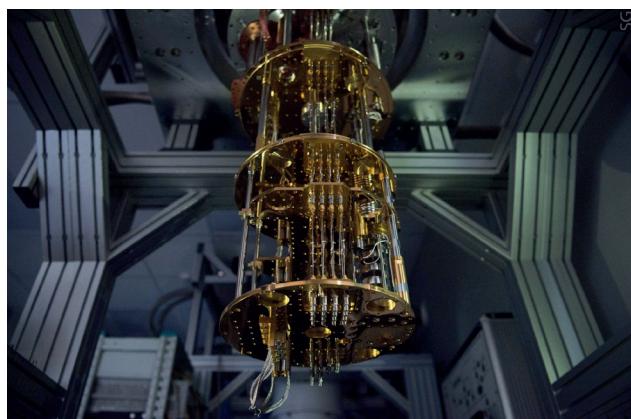
- Количество публикаций, индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus – 16;

- Созданные РИД – 4;
- Защищенные кандидатские диссертации – 1.

Награды

Ведущий инженер лаборатории Санникова Н. В. награждена Почетной грамотой Министерства науки и высшего образования.

Оборудование

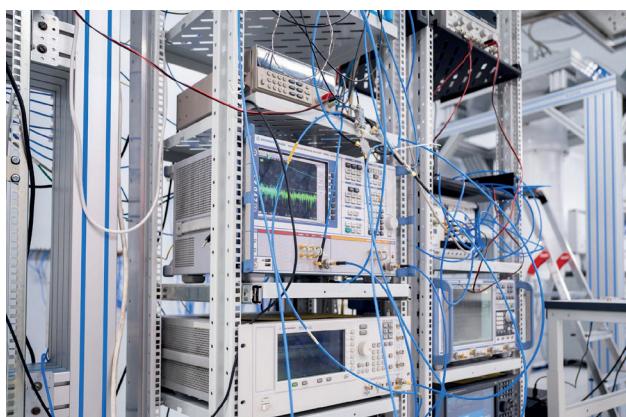


Экспонаты научных разработок лаборатории представлены на выставке ЦИПР «Цифровая индустрия промышленной России».

Сотрудниками лаборатории организована и проведена 3-я международная школа «Обработка квантовой информации в сверхпроводниковых системах / Superconducting Quantum Hardware» (SQH-2023), г. Санкт-Петербург, 31 июля – 5 августа 2023 г.

- Два криостата Bluefors LD-250 замкнутого цикла;
- Рефрижератор растворения Oxford Instruments Triton DR200;
- Сухой криостат на He4 Oxford Instruments Triton 1,2 K;
- Чистая комната класса ISO 5 – ISO 7;
- Система электронно-лучевого напыления Plassys Bestec MEB550S;
- Система оптической литографии прямой заливки Heidelberg uPG501;

- Система реактивного ионного травления Sentech Instruments SI 591 Compakt;



- Профилометр KLA Tencor P7;
- Установка магнетронного напыления с магнетроном GENCOA VT50-I;
- Система для нанесения фоторезистов и подготовки подложек WetBench mChem;
- Оптические и сканирующий электронный микроскопы;
- Комплекс СВЧ измерительного оборудования (Keysight, Rhode Schwartz, Планар);
- Специализированное оборудование для управления квантовыми устройствами Zurich Instruments.

Контактная информация

Санникова Надежда Владимировна, ведущий инженер лаборатории
тел.: +7 (495) 638-46-46, e-mail: nsannikova@misis.ru
119049, Москва, Ленинский проспект, 4, стр. 1, кабинет Б-702

ЛАБОРАТОРИЯ СПЛАВОВ С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ



Шереметьев Вадим Алексеевич,
заведующий лабораторией,
канд. техн. наук

В рамках Программы развития НИТУ МИСИС на 2021–2030 годы и Программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» в 2023 году создана лаборатория сплавов с памятью формы под руководством канд. техн. наук, доцента, Вадима Алексеевича Шереметьева.

Коллектив лаборатории СПФ проводит фундаментальные и прикладные научные исследования в области сплавов с памятью формы.

Научный руководитель лаборатории д-р физ.-мат. наук, профессор Сергей Дмитриевич Прокошкин.

Научный подход работ лаборатории основан на общепринятой в металловедении триаде «Обработка-Структура-Свойства».

Основные научные направления деятельности лаборатории

- Термомеханическая обработка никелида титана с памятью формы медицинского и технического назначения;
- Термомеханическая обработка сплавов с памятью формы на основе Ti-Zr-Nb медицинского назначения;
- Разработка научно-технологических основ создания персонализируемых имплантатов и пористых материалов из сверхупругих сплавов на основе Ti-Zr-Nb;
- Термомеханическая обработка сплавов с памятью формы на основе Fe-Mn-Si медицинского назначения;
- Фундаментальные аспекты сдвиговых превращений и особенностей кристаллических решеток фаз в сплавах с памятью формы системы Ti-Zr-Nb;
- Поиск и исследование новых перспективных композиций сплавов с памятью формы;
- Модификация поверхности сплавов с памятью формы медицинского назначения.

Кадровый потенциал подразделения

кандидатов наук – 4 чел., аспирантов – 5 чел., инженерно-технических работников – 6 чел., студентов – 1 чел.

7 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

Проект программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» Проект К6-2023-001

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

1. Установлены закономерности структурообразования сплава Ti-Zr-Nb в процессе термоме-

ханической обработки сочетанием продольной прокатки в трехвалковом калибре и последе-

- формационной горячей правки растяжением. Показано, что применение технологии продольной прокатки в трехвалковом калибре на заключительной стадии термомеханической обработки способствует формированию в сплаве преимущественно рекристаллизованного однофазного β состояния с средним размером зерна не более 10 мкм и благоприятной кристаллографической текстурой. Сплав в таком состоянии проявляет высокий комплекс механических (предел прочности 678 ГПа, относительное удлинение до разрушения 15%) и функциональных свойств (сверхупругая обратимая деформация 3,7%, модуль Юнга 46 ГПа), обеспечивающих высокую биомеханическую совместимость.
2. Разработаны рекомендации для проведения высокотемпературной ТМО биорезорбируемого сплава Fe-30Mn-5Si с памятью формы. ТМО методом мультиосевой ковки при 900 °C приводит к уменьшению среднего размера зерна γ -фазы до 3±2 мкм. Установлено, что в структуре, сфор-

мировавшейся после мультиосевой ковки наблюдалось снижение значения плотности тока коррозии, что приводит к понижению скорости биодеградации по сравнению с контрольной обработкой. Показаны и объяснены особенности изменения значений электродного потенциала в процессе функциональных усталостных испытаний в модельном биологическом растворе Хэнкса при 37 °C.

3. Показано отсутствие зависимости параметров кристаллической решетки α -фазы в сплаве Ti-18Zr-12Nb (ат.%) с памятью формы медицинского назначения при достоверном сохранении типа этой решетки с $F < 3,5$ от различных комбинаций скоростей нагрева (0,03 – 6 °C/сек) и охлаждения (0,03 – 50 °C/сек) в интервале температур вплоть до начала обратного $\alpha \rightarrow \beta$ мартенситного превращения. Это обеспечивает стабильность кристаллографического ресурса обратимой деформации в сплавах системы Ti-Zr-Nb во времени и независимость от скорости нагрева, и охлаждения.

Основные научно-технические показатели

- количество объектов интеллектуальной собственности – 2;
- Премия Правительства Москвы молодым ученым – 1

Контактная информация

Шереметьев Вадим Алексеевич, заведующий лабораторией
тел.: +7 (926)574-81-11, e-mail: sheremetev@misis.ru, Г-121

ЛАБОРАТОРИЯ «УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ»



Михайловская Анастасия
Владимировна, заведующий
лабораторией, канд. техн. наук

Лаборатория «Ультрамелкозернистые металлические материалы» ведет научные исследования в области создания и обработки металлических материалов с улучшенными свойствами путем оптимизации их состава и разработки режимов термического и деформационного воздействия.

Основные научные направления деятельности лаборатории

Основным направлением деятельности лаборатории является создание фундаментальных основ получения новых материалов с ультрамелкозернистой структурой путем оптимизации их химического и фазового состава, а также разработки параметров их получения и последующей термической и термомеханической обработок, обеспечивающих существенное улучшение эксплуатационных и технологических свойств по сравнению с существующими аналогами.

Приоритетными группами являются алюминиевые и титановые сплавы, а также композиционные материалы на их основе, сплавы способные к сверхпластической деформации.

Кадровый потенциал подразделения

2 старших научных сотрудника, 2 научных сотрудника, 4 младших научных сотрудника, 2 инженера научного проекта, 4 лаборанта-исследователя.

Из них: 7 кандидатов наук.

15,5 млн руб.

Общий объем финансирования
научно-исследовательских
работ в 2023 году

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

Грант РНФ «Научные основы создания высокопрочных сплавов на основе алюминия со структурой композиционного типа, упрочненных наноразмер-

ными дисперсионными квазикристаллическими и упорядоченных фаз», рук. Михайловская А. В.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

- Yakovtseva, O. A., Bazlov, A. I., Prosviryakov, A. S., Emelina, N. B., Tabachkova, N. Y., Mikhaylovskaya, A. V. The influence of the Al₂O₃ particles on the microstructure of the mechanically alloyed Al-Mn-Cu alloy(2023) Journal of Alloys and Compounds, 930, статья № 167452, DOI: 10.1016/j.jallcom.2022.167452;
- Prosviryakov, A. S., Bazlov, A. I., Mikhaylovskaya, A. V. Development of Heat-Resistant Composites Based on Al-Mg-Si Alloy Mechanically Alloyed with Aluminide Particles (2023) JOM, DOI: 10.1007/s11837-023-06278-4;
- Mosleh, A. O., Yakovtseva, O. A., Kishchik, A. A., Kotov, A. D., Moustafa, E. B., Mikhaylovskaya, A. V. Effect of Coarse Eutectic-Originated Particles on the Microstructure and Properties of the Friction Stir-Processed Al-Mg-Zr-Sc-Based Alloys (2023) JOM, 75 (8), pp. 2989–3000. DOI: 10.1007/s11837-023-05712-x;
- Mikhaylovskaya, A. V., Kotov, A. D., Barkov, R. Y., Yakovtseva, O. A., Glavatskikh, M. V., Loginova, I. S., Pozdniakov, A. V. The Influence of Y and Er on the Grain Structure and Superplasticity of Al-Cu-Mg-Based Alloys (2023) JOM, DOI: 10.1007/s11837-023-06214-6;

5. Kotov, A. D., Postnikova, M. N., Mosleh, A. O., Mikhaylovskaya, A. V. Effect of Mo content on the microstructure, superplastic behavior, and mechanical properties of Ni and Fe-modified titanium alloys (2023) Materials Science and Engineering: A, 877, статья № 145166, DOI: 10.1016/j.msea.2023.145166;
6. Palacheva, V. V., Zadorozhnyy, M. Y., Mikhaylovskaya, A. V., Petrov, P. A., Golovin, I. S. Internal friction in AA5051 alloy subjected to compression with torsion (2023) Materials Letters, 344, статья № 134428, DOI: 10.1016/j.matlet.2023.134428;
7. Prosviryakov, A. S., Bazlov, A. I., Churyumov, A. Y., Mikhaylovskaya, A. V. A Study on the Influence of Zr on the Strengthening of the Al-10% Al₂O₃ Composite Obtained by Mechanical Alloying (2023) Metals, 13 (12), статья № 2008. DOI: 10.3390/met13122008;
8. Yakovtseva, O. A., Emelina, N. B., Mochugovskiy, A. G., Bazlov, A. I., Prosviryakov, A. S., Mikhaylovskaya, A. V. Effect of Mechanical Alloying on the Dissolution of the Elemental Mn and Al-Mn Compound in Aluminum (2023) Metals, 13 (10), статья № 1765. DOI: 10.3390/met13101765;
9. Yakovtseva, O. A., Kaboyi, P. K., Irzhak, A. V., Mikhaylovskaya, A. V. Influence of Minor Aluminum Addition on the Superplastic Deformation of a Microduplex Cu-Zn Alloy (2023) Physical Mechanics, 26 (5), pp. 533–541. DOI: 10.1134/S1029959923050065;
10. Yakovtseva, O. A., Postnikova, M. N., Irzhak, A. V., Rofman, O. V., Mikhaylovskaya, A. V. Effect of Ni on the Contributions of Superplastic Deformation Mechanisms in an Al – Zn – Mg – Cr Alloy(2023) Physics of Metals and Metallography, 124 (9), pp. 944–954. DOI: 10.1134/S0031918X23601464.

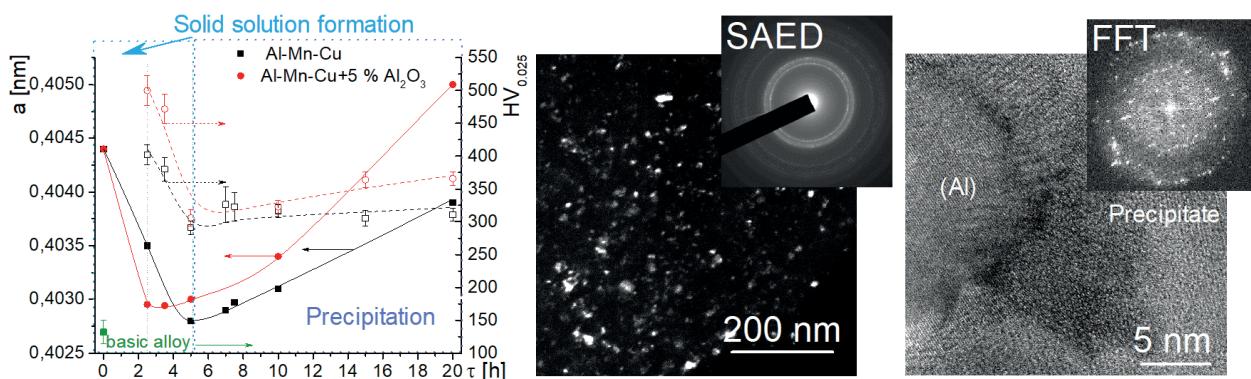
Основные научно-технические показатели

- количество статей в Scopus – 25;
- количество объектов интеллектуальной собственности – 3.

Основные научные результаты

1. Показана эффективность механического легирования сплавов на основе алюминия частицами алюминидов фаз Al₃Zr и Al₃Ti в количестве 2,5 об.%, а также оксидом алюминия до 10 об.%. Легирование сплавов медью в количестве 1–3 мас.% в процессе высокоэнергетической обработки приводит к росту микротвердости в полтора раза. Показано что медь в указанных концентрациях и марганец до 7,5 мас.% способны растворяться в алюминии при механическом легировании. После 10–30 ч обработки в планетарной мельнице в сплавах формировалась,

а после последующего горячего прессования в сплавах сохранялась нанокристаллическая структура, состоящая из зерен алюминия размерами 20–100 нм, и интерметаллидных частиц размером от 5 до 1000 нм, а также вторичных выделений дисперсоидов. Полученные образцы имеют высокие прочностные характеристики, как при комнатной, так и при повышенной температуре. Так, предел прочности на сжатие при комнатной температуре превышает 900 МПа, а при 300–350°C до 280 МПа.



Зависимости параметра решетки и твердости от времени обработки в планетарной мельнице сплава и композиционного материала упрочненного оксидом алюминия, ПЭМ структура сплава после обработки

2. Исследованы механизмы и кинетика распада твердого раствора в сплаве Al-2.0wt.%Cu-2.0wt.%Mn. Высокотемпературное старение сплава в интервале температур 300–350 °C привело к образованию кроме метастабильной

- θ' – фазы равноосных частиц квазикристаллической I-фазы. Средний размер выделений I-фазы варьировался в диапазоне ~30–50 нм в зависимости от режимов обработки. Благодаря дисперсионам I-фазы сплавы имели повышенный уровень механических свойств.
3. Исследовано влияние частиц вторых фаз на микроструктуру и механические свойства сплавов системы Al-Mg с добавками Fe, Ni, Sc,

Zr после всесторонней изотермической ковки (ВИК) и обработки трением с перемешиванием (ОТП). Показано, что механизм стимулирования зарождения рекристаллизованных зерен частицами Al_3Ni и механизм сдерживания роста зерен за счет наноразмерных частиц $Al_3(Sc,Zr)$ обеспечивают формирование микрозеренной структуры и повышенный уровень механических свойств полуфабрикатов. При ВИК размер зерна составил от 1–3 мкм, при ОТП – 3–4 мкм.

Контактная информация

**Михайлова Анастасия Владимировна, заведующий лабораторией,
канд. техн. наук**
тел. +7 (495) 638-44-80, e-mail: mihaylovskaya@misis.ru, К-301

ЛАБОРАТОРИЯ УСКОРЕННЫХ ЧАСТИЦ



Корсунский Александр
Михайлович, заведующий
лабораторией, PhD

Общая информация о лаборатории: создание в НИТУ МИСИС научного коллектива и инфраструктуры (центра компетенции и подготовки кадров высшей научной квалификации) для разработки, доведения до уровня действующих пилотных установок, тестирования и применения образцов передовой отечественной техники и методов рентгеновской томографии и других сопряженных методов исследования структуры вещества и особенностей протекания сложных физико-химических процессов с микро- и нанометрическим разрешением.

Основные научные направления деятельности лаборатории

1. Разработка, сборка, отладка и освоение передовых образцов отечественной техники рентгеновской томографии и сопряженных методов, в т.ч. на базе существующих в НИТУ МИСИС сканирующих электронных микроскопов, приобретаемых источников, позиционеров и детекторов, а также существующих в РФ и РБ рентгеновских установок малоуглового рассеяния и др.;
2. Разработка, создание и освоение методов, экспериментальных конфигураций и специальных отечественных устройств и приборов для исследования вещества и процессов микро- и нанометрическим разрешением, в т.ч. *in situ* и *operando*, а также перенос в перспективе таких методов на установки синхротронного класса;
3. Исследования вещества и физико-химических процессов микро- и нанометрическим разрешением, в т.ч. *in situ* и *operando*, в интересах научных групп НИТУ МИСИС, научных и экспертных организаций и промышленных предприятий РФ и РБ.

Кадровый потенциал подразделения

1 доктор наук; 8 кандидатов наук; 5 аспирантов; 3 студента.

275 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

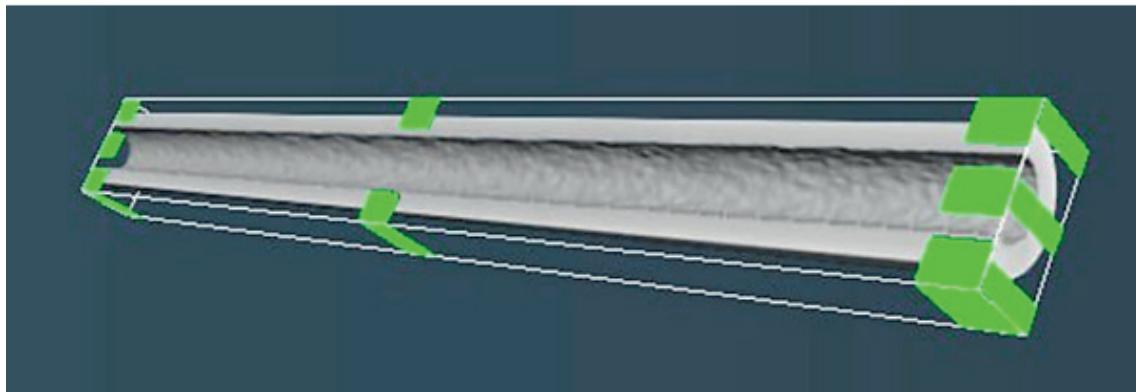
Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

«Рентгеновский наноструктурный и томографический анализ передовых материалов» 2022–2026 гг., 74 млн. руб.

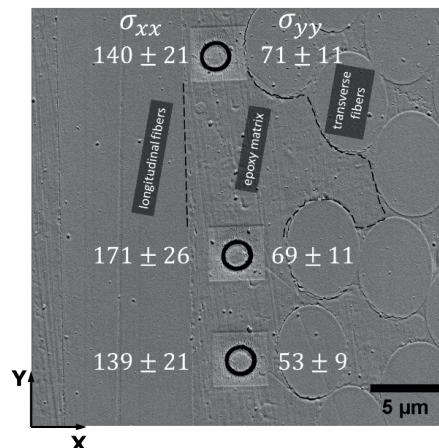
Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 году

1. В интересах промышленного партнера с помощью острофокусного источника рентгеновского излучения неразрушающим томографическим образом с разрешением 5 мкм была изучена и реконструирована топография

внутренней поверхности микрокапиллярных трубок (внутренний диаметр около 250 мкм) из металлических материалов, а также определена их шероховатость.



2. С помощью оригинальной методики ионного травления кольцеобразных возможно впервые в мире были определены остаточные напряжения и деформаций на масштабе 10...100 мкм в образцах полимерно-композитного материала на основе эпоксидных смол, армированных углеродными волокнами, в пределах сечения отдельного волокна, и вдоль отдельного углеродного волокна, а также в слоях эпоксидной смолы между отдельными волокнами и между слоями, армированными углеродными волокнами в различных направлениях.



Список основных публикаций подразделения за 2023 год

- Statnik, E. S., Cvjetinovic, J., Ignatyev, S. D., Wassouf, L., Salimon, A. I., Korsunsky, A. M. Hair-Reinforced Elastomer Matrix Composites: Formulation, Mechanical Testing, and Advanced Microstructural Characterization // Polymers. – 2023. – 15. – 4448. – <https://doi.org/10.3390/polym15224448>;
- H. Zhou, Z. Ding, Y. A. Chen , Z. Q. Lan, S. F. Guo, F. Spieckermann , V. Zadorozhnyy, J. Tan, F. S. Pan, J. Eckert Enhancement of hydrogen storage properties from amorphous Mg85Ni5Y10 alloy // Journal of Non-Crystalline Solids. – 2023.V.65.–122167. – <https://doi.org/10.1016/j.jnoncrysol.2023.122167>;
- Zuwei Fan , Peng Zou , Kemin Jiang, Wei Xu, Meng Gao, Vladislav Zadorozhnyy, Guowei Li, Juntao Huo, Jun-Qiang Wang Critical influence of phase transition on the hydrogen evolution reaction activity of Heusler alloys // Intermetallics. – 2023.V.160.–107946. – <https://doi.org/10.1016/j.intermet.2023.107946>;
- A. Korol, V. Zadorozhnyy, M. Zadorozhnyy, A. Bazlov, E. Berdonosova, M. Serov, A. Stepashkin, M. Zheleznyi, A. Novikov , S. Kaloshkin , S. Klyamkin, I. Savvotin Production of multi-principal-component alloys by pendent-drop melt extraction // International Journal of Hydrogen Energy. – 2024.-V.54.-P.161–175.-<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2023.04.302>;
- Qingwei Gao , Pingping Liu, Jianhong Gong, Meiting Xie, Kaikai Song, Xiaoming Liu , Jiayao Zhang, Yingying Wang , Jayanta Das, Chongde Cao , Vladislav Zadorozhnyy, Parthiban Ramasamy, Jürgen Eckert Tailoring microstructures and mechanical properties of lightweight refractory Ti22Sc22Zr22Nb17V17 multi-phase high-entropy alloys by hot extrusion and annealing // Materials Characterization. – 2023.-V.202.–113025. – <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2023.113025>;
- Yuliya Kan , Julia V. Bondareva, Eugene S. Statnik, Elizaveta V. Koudan, Evgeniy V. Ippolitov, Mikhail S. Podporin, Polina A. Kovaleva,Roman R. Kapaev, Alexandra M. Gordeeva,Julijana Cvjetinovic, Dmitry A. Gorin,Stanislav A. Evlashin,Alexey I. Salimon,Fedor S. Senatov and Alexander M. Korsunsky Hydrogel-Inducing Graphene-Oxide-Derived Core – Shell Fiber Composite for Antibacterial Wound Dressing // International Journal of Molecular Sciences. – 2023.-V24.–6255.-<https://doi.org/10.3390/ijms24076255>;

7. V. A. Bautin, V. Yu. Zadorozhnyy, A. A. Korol, V. E. Bazhenov, A. S. Shinkarev, S. V. Chernyshikhin, D. O.;Moskovskikh Selective Laser Melting of Low-

Alloyed Titanium Based Alloy with a Long Freezing Range // Heliyon. – 2023.-<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4596181>.

Основные научно-технические показатели

- 7 статей в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus;
- 1 свидетельство о регистрации ноу-хау № 15-765-2023 ОИС от 25.08.2023, Технология переработки полиэтилентерефталата.

Оборудование

TESCAN AMBER – это неиммерсионный сканирующий электронный микроскоп с ультравысоким разрешением в сочетании с высокопрецизионной ионной колонной для модификации образцов, анализа как поверхностных, так и более глубоких слоёв образца и 3D-анализа, позволяющий определять параметры материалов на наноуровне.

СЭМ ультравысокого разрешения (UHR-SEM) с технологией BrightBeam™ позволяет получать изображения с очень высоким разрешением без использования иммерсионного режима и показывает свою аналитическую эффективность для самого широкого спектра материалов, будь то металлические, магнитные, не проводящие электрический ток или чувствительные к электронному пучку материалы.

Ионная колонна Orage™ была разработана для удовлетворения самых строгих требований к пробоподготовке с помощью сфокусированного ионного пучка. Благодаря высокому разрешению ФИП и широкому диапазону токов ионного пучка TESCAN AMBER позволяет подготавливать образцы высочайшего качества.

Опциональные модули автоматизации, объединяющие операции в группы, либо автоматически воспроизводящие заданную последовательность операций в нескольких участках образца, облегчают выполнение рутинных задач, в том числе без контроля оператора, например, позволяют создать массивы заготовок для микромеханических тестов или подготовить в нескольких местах образца ламели для просвечивающей электронной микроскопии.

Встроенные в колонну детекторы вторичных и обратно отражённых электронов оптимизированы для получения высококачественных изображений в точке пересечения пучков ФИП и СЭМ.

Запатентованная геометрия камеры TESCAN AMBER обладает значительным аналитическим потенциалом для размещения в камере микроскопа детекторов для микроанализа, которые позволяют проводить как мультимодальный анализ поверхности образцов, так и распространить все виды микроанализа на 3D-томографию в наномасштабе.

Кроме того, режим Wide Field Optics™ позволяет получать изображения с широким полем обзора при минимальном увеличении, что дает возможность быстро и легко осуществлять навигацию по образцу в реальном времени.

Благодаря настраиваемому модульному программному обеспечению TESCAN Essence™, через которое осуществляется управление микроскопом, TESCAN AMBER легко превращается из многопользовательской и многоцелевой системы в специальный инструмент для высокотехнологичных ФИП-операций.



TESCAN AMBER – неиммерсионный сканирующий электронный микроскоп

Контактная информация

Салимон Алексей Игоревич

тел.:+7 (926) 059-73-14, e-mail: a.salimon@misis.ru, АВ-234

ЛАБОРАТОРИЯ «ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ НИЗКОРАЗМЕРНЫЕ СТРУКТУРЫ»



Турутин Андрей Владимирович,
заведующий лабораторией,
к.ф.-м.н.

Цели лаборатории ФНС

Исследование и модификация свойств новых материалов, в том числе двумерных, для разработки прецизионных сенсоров и актиоаторов на основе сегнетоэлектрических кристаллов, способных работать в широком диапазоне температур.

Задачи лаборатории ФНС

1. Моделирование и экспериментальное исследование свойств сверхчувствительных магнитных сенсоров на основе магнитоэлектрических композитных структур на основе бидоменных кристаллов ниобата лития;
2. Создание и изучение свойств микроэлектромеханических систем (МЭМС) на основе магнитоэлектрических композитных материалов для миниатюризации размеров сенсорных структур;
3. Исследование влияния повышенных и криогенных температур на свойства магнитоэлектрических структур и анализ возможности применения таких композитов в условиях отсутствия температурной стабилизации для детектирования сверхслабых магнитных полей;
4. Изготовление пьезоэлектрических преобразователей на основе монокристаллов ниобата лития для исследования пределов детектирования вибрационного сигнала при различных температурах, амплитудах и частотах вибрационного воздействия;
5. Создание и исследование высокотемпературных актиоаторов на основе монокристаллов ниобата лития, поиск методов повышения точности позиционирования при высоких температурах;
6. Создание и изучение устройств СВЧ линий задержки и усилителей на ПАВ с использованием графена.

Основные научные направления деятельности лаборатории

Материаловедение сегнетоэлектрических материалов. Создание и исследование новых магнитоэлектрических материалов. Разработка сенсорных структур для магнитных и вибрационных датчиков. Разработка прецизионных высокотемпературных актиоаторов.

Кадровый потенциал подразделения

- Заведующий лабораторией, к.ф.-м.н., Турутин Андрей Владимирович;
- Инженер научного проекта, к.ф.-м.н., Амиров Абдулкарим Абдулнатипович;
- Младший научный сотрудник, к.ф.-м.н., Тишкевич Дарья Ивановна.

7,2 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 г.

Проект РНФ № 22-19-00808 «Градиентные композитные магнитоэлектрические материалы

для сверхчувствительных датчиков неоднородных магнитных полей».

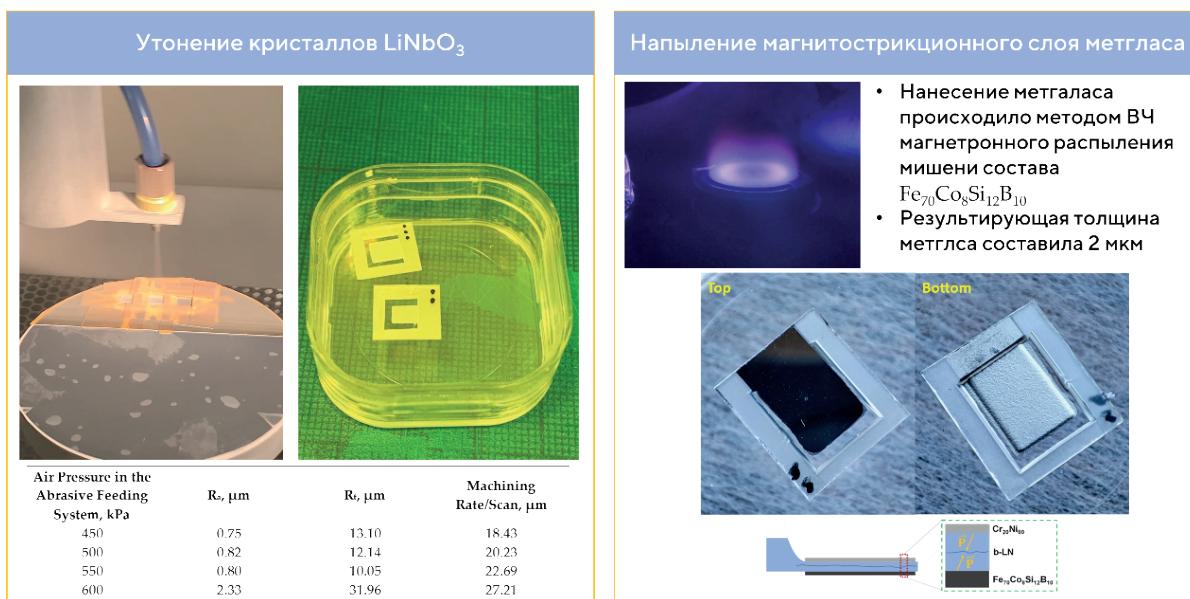
Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

Разработаны и исследованы новые МЭМС магнитоэлектрические структуры на основе бидоменных кристаллов ниобата лития и метгласса. МЭМС магнитоэлектрическая структура имеет МЭ коэффициент, сравнимый со структурами на основе AlN, и демонстрирует самую высокую чувствительность среди МЭМС магнитоэлектрических структур. Важно отметить, что чувствительность к магнитно-

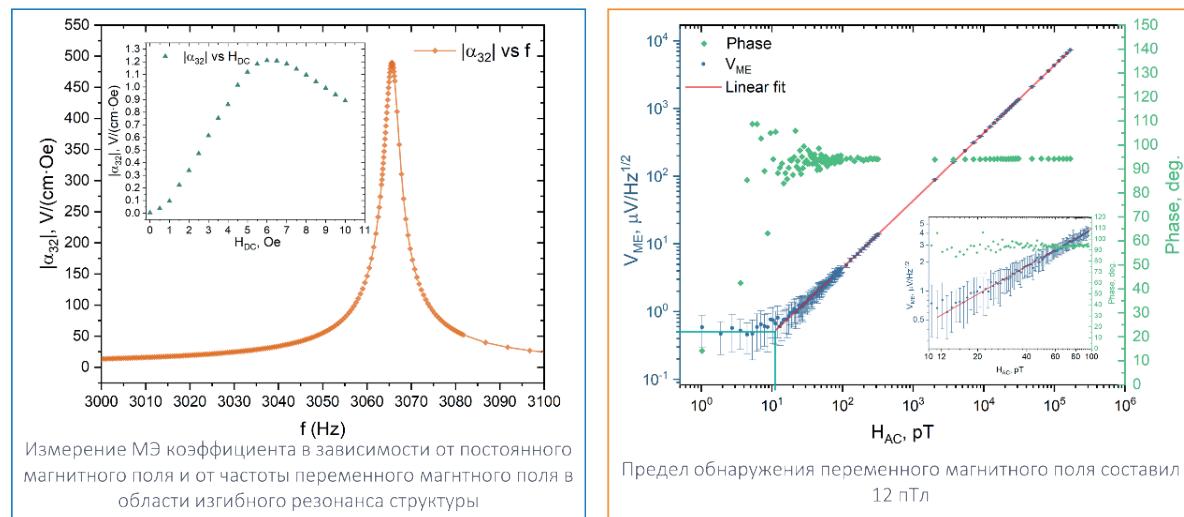
му полю МЭМС магнитоэлектрической структуры «бидоменный кристалл ниобата лития/ Метгласс ($\text{Fe}_{70}\text{Co}_8\text{Si}_{12}\text{B}_{10}$)» на относительно низкой резонансной частоте в 5 раз превышает лучшие значения, полученные ранее для МЭМС магнитоэлектрических структур.

(<https://misis.ru/news/8420/>)

Технология создания МЭМС-магнитоэлектрических структур

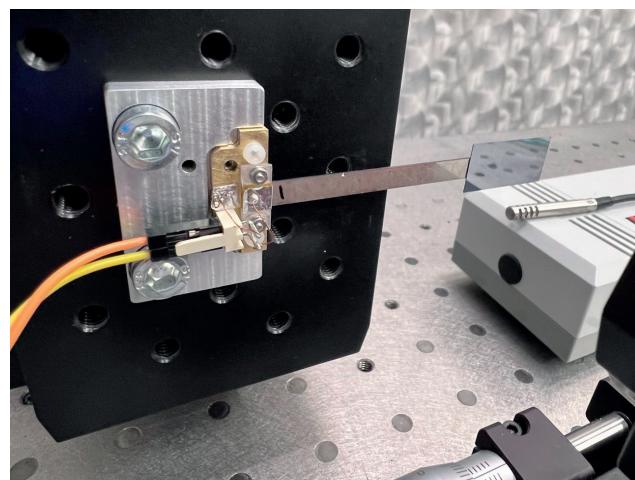


Измерение чувствительности МЭМС-МЭ структуры



В 2023 году заключен и выполнен договор по изготавлению экспериментальных образцов пьезоэлектрических актиоаторов на сумму 200000,00 руб. Заказчик – Федеральное государственное учреждение «Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук».

Фото разработанного актиоатора, который был передан заказчику



Подготовка специалистов высшей квалификации

Завлаб к.ф.-м.н., Турутин Андрей Владимирович является научным руководителем аспиранта Куц Виктора Викторовича.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Alexander A. Temirov, Ilya V. Kubasov, Andrei V. Turutin, Tatiana S. Ilina, Alexander M. Kislyuk, Dmitry A. Kiselev, Elena A. Skryleva, Nikolai A. Sobolev, Igor A. Salimon, Nikolai V. Batrameev, Mikhail D. Malinkovich, Yuri N. Parkhomenko) Synthesis of silicon–carbon films by induction-assisted plasma-chemical deposition Modern Electronic Materials (MoEM) <https://doi.org/doi.org/10.3897/j.moem.9.4.116552>;
2. Aleksandr M. Kislyuk, Ilya V. Kubasov, Alexander A. Temirov, Andrei V. Turutin, Andrey S. Shportenko, Viktor V. Kuts, Mikhail D. Malinkovich) Electrophysical properties, memristive and resistive switching of charged domain walls in lithium niobate Modern Electronic Materials (MoEM) <https://doi.org/10.3897/j.moem.9.4.116646>;
3. Kuts V. V., Turutin A. V., Kislyuk A. M., Kubasov I. V., Maksumova E. E., Temirov A. A., Malinkovich M. D., Sobolev N. A., Parkhomenko Yu. N. (2023) Detection of inhomogeneous magnetic fields using magnetoelectric composites. Modern Electronic Materials 9(3): 105–113. <https://doi.org/10.3897/j.moem.9.3.114129>;
4. L. Y. Fetisov, M. V. Dzhaparidze, D. V. Savelev, D. A. Burdin, A. V. Turutin, V. V. Kuts, F. O. Milovich, A. A. Temirov, Y. N. Parkhomenko and Y. K. Fetisov. Magnetoelectric Effect in Amorphous Ferromagnetic FeCoSiB/Langatake Monolithic Heterostructure for Magnetic Field Sensing. Sensors, Volume 23, Issue 9. <https://doi.org/10.3390/s23094523>;
5. Andrei V. Turutin, Elena A. Skryleva, Ilya V. Kubasov, Filipp O. Milovich, Alexander A. Temirov, Kirill V. Rakotov, Aleksandr M. Kislyuk, Roman N. Zhukov, Boris R. Senatulin, Victor V. Kuts, Mikhail D. Malinkovich, Yuriy N. Parkhomenko and Nikolai A. Sobolev. Magnetoelectric MEMS Magnetic Field Sensor Based on a Laminated Heterostructure of Bidomain Lithium Niobate and Metglas. Materials, Volume 16 Issue 2, 2023, DOI: 10.3390/ma16020484.

Основные научно-технические показатели

За 2023 год было опубликовано 6 научных статей в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus.

Интеллектуальная собственность

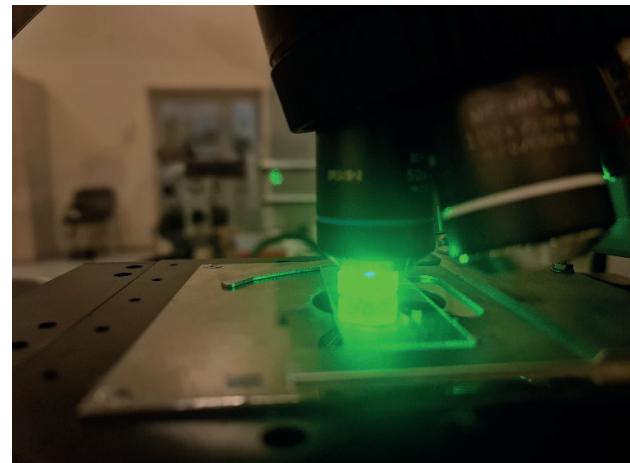
№ п/п	Наименование объекта интеллектуальной собственности	Вид объекта	Подтверждающий документ	
			№	Дата выдачи
1.	Наноразмерный сенсор электрического потенциала на полевом эффекте	Изобретение	RU 2790004 С1	14.02.2023
2.	Программа для расчёта пьезоэлектрических коэффициентов биморфных структур одноосных сегнетоэлектриков	Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ	RU 2023610181	09.01.2023
3.	Высокотемпературный датчик вибраций	Полезная модель	RU 216575 У1	14.02.2023

Награды

Завлаб Турутин А. В. совместно с коллегами Кубасовым И. В. и Кислюком А. М. были удостоены премии правительства Москвы молодым ученым за 2023 год за работу «Бидоменные сегнетоэлектрические

кристаллы для сверхчувствительных сенсоров, актюторов и нейроморфных устройств». (<https://misis.ru/news/8952/>)

Оборудование



Проверка структурного совершенства синтезированного графена на оптическом микроскопе Olympus CS51 с приставкой рамановского картирования РамМикс М532

Синтез графена в установке PlanarTECH Planar Grow-2S (вид изнутри)

Синхронный усилитель (локин) Zurich UHFLI, используемый для изучения электрофизических характеристик пьезоэлектриков и ПАВ-структур при частотах до 600 МГц.

Перечень оборудования лаборатории ФНС

- Катушка Гельмгольца 3DXHC10-100;
- Установка для отжига полупроводниковых материалов – вакуумная печь STZ-3-18;
- Установка синтеза углеродных структур, в том числе графена, из смеси углерод-содержащих газов при пониженном давлении в реакторе Planar Grow-2S (PlanarTECH LLC);
- Система плазменной обработки поверхности PDC-32G-2 (Harrick Plasma Inc.);
- Приставка электронной литографии NanoMaker-Writer (Interface Ltd.);
- Комплект оборудования для нанесения фоторезиста ATP Spin-150iNPP (SPS-Europe B. V.);
- Сушильный шкаф UT-4620 (ULAB);
- Стереомикроскоп CS51 (Olympus);
- Микроскоп оптический прямой с приставкой рамановского картирования BX51 (Olympus) и Модель рамановской приставки: РамМикс М532 (ООО ИнСпектр);
- Генератор сигналов высокочастотный DSG3030 (Rigol Technology Inc.);
- Нановольтметр 2182/E (Keithley Instruments Inc.);
- Двухфазный синхронный усилитель SR830 (Stanford Research Systems);
- Источник-измеритель 2614B (Keithley Instruments Inc.);
- Высокочастотный генератор с согласующим устройством RF600 (SunPla Co. Ltd.);
- Поршневой компрессор с осушителем REMEZA СБ 50.VS204Д;
- Шкаф для хранения легковозгорающихся веществ, щелочей и кислот KEMFIRE 600 (Type A) (LABOR SECURITY SYSTEM S. R. L.);
- Синхронный усилитель UHFLI 600 MHz Lock-in Amplifier (Zurich Instruments);
- Осциллограф Rigol MS08204.

Контактная информация

Турутин Андрей Владимирович, заведующий лабораторией

e-mail: a.turutin@misis.ru, К-012

МЕЖКАФЕДРАЛЬНАЯ УЧЕБНО-ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ»



Забелина Евгения Викторовна,
заведующая лабораторией,
канд. физ.-мат. наук

Межкафедральная учебно-испытательная лаборатория полупроводниковых материалов и диэлектриков «Монокристаллы и заготовки на их основе» (ИЛМЗ), являющаяся структурным подразделением НИТУ МИСИС, основана в 2001 г на базе кафедры физики кристаллов НИТУ МИСИС.

В 2018 году на основании приказа от 18.06.2018 № 405о.в. ИЛМЗ была перемещена в структуру Центра коллективного пользования «Материаловедение и металлургия» НИТУ МИСИС. В 2020 году ИЛМЗ прошла очередную аккредитацию (Аттестат № ААЦ.Т.00038) в Органе по аккредитации ААЦ «Аналитика», являющимся полноправным членом и участником Международного Соглашения о взаимном признании ILAC и APLAC. Срок действия аттестата аккредитации 5 лет – до 25 февраля 2025 г. В апреле 2023 г. – успешно прошла очередной инспекционный контроль со стороны ААЦ «Аналитика». По результатам конкурсного отбора от 28.06.2023г. и на основании Приказа № 372 от 14.07.2023 г. на должность зав. лабораторией назначена старший научный сотрудник кандидат физико-математических наук Забелина Евгения Викторовна.

Основные научные направления деятельности лаборатории

1. Проведение испытательных работ в соответствии с областью аккредитации;
2. Метрологическое обеспечение процессов измерения оптических параметров диэлектрических и полупроводниковых материалов, включая разработку новых и актуализацию ранее аттестованных методик измерений, разработку и аттестацию стандартных образцов в качестве стандартов предприятия (СОП);
3. Разработку нормативно-технической документации, регламентирующей проведение испытательных работ и получение достоверной информации о параметрах и свойствах испытуемых объектов;
4. Выполнение научно-исследовательских работ по следующим направлениям: фундаментальные проблемы в области материаловедения и дефектообразования в диэлектрических и полупроводниковых материалах; актуальные практические задачи, связанные с получением и послеростовыми обработками диэлектрических и полупроводниковых материалов; применением диэлектрических материалов в качестве элементов управления лазерным лучом, фильтров на поверхностных и объемных акустических волнах, детекторов частиц больших энергий, датчиков различных физических величин, высокотемпературных пьезодатчиков.

Область аккредитации лаборатории включает в себя

- определение свойств материалов, порошков и заготовок на их основе;
- измерение геометрических размеров заготовок.

Основными объектами испытаний в соответствии с областью аккредитации являются:

- оптические материалы для активных лазерных элементов, элементов для генерации и преобразования лазерного излучения и проходной оптики;
- акустооптические материалы;
- порошковые материалы;

- электрооптические материалы и заготовки из этих материалов;
- заготовки для изделий микро- и наноэлектроники.

ИЛМЗ является первой, независимой от производителей и потребителей продукции «третьей стороной» и пока остается единственной в России лабораторией с подобной областью аккредитации.

Результаты деятельности лаборатории

1. В 2023 году ИПМЗ получил ГОСЗАДАНИЕ № FSME-2023-003 на Тему «Новые кристаллические материалы на основе сложных оксидов для применения в качестве чувствительных элементов преобразователей энергии и детектирующих матриц частиц высоких энергий»;
2. Испытательные работы: В 2023 году в лаборатории проводились испытания как по МВИ, включенным в область аккредитации, так и по новым МВИ, разработанным в ИЛМЗ. Все МВИ, по которым проводились испытания являются аттестованными либо в Государственных метрологических центрах, либо аттестованы в качестве стандарта предприятия (МВИ СОП). На 31.12.2023 г. выдано Протоколов измерений – 147 (часть из них выдана в рамках выполнения работ студентов и аспирантов НИТУ МИСИС), Отчетов об испытаниях (полный отчет о проведенных измерениях) – 37;
3. Разработана новая, уникальная МВИ методика выполнения измерений «Материалы оптические. Методика выполнения измерений коэффициента преломления методом Брюстера» с полной метрологической проработкой и оформлена в виде Стандарта Предприятия. МВИ оформлена в виде НОУ ХАУ 11-391-2023 ОИС от 20 июня 2023 г.

Заказчики: «Институт общей физики им. А. М. Прохорова Российской академии наук» ИОФ РАН, ИПЛИТ РАН (филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника РАН»), АО «ФОМОС-МАТЕРИАЛЫ», подразделения НИТУ МИСИС и др.

Анализ улучшения и результативности деятельности ИЛМЗ проводится в соответствии с разработанной в ИЛМЗ «Методикой количественной оценки улучшения и результативности испытательной лаборатории».

Подготовка специалистов высшей квалификации

- Реализованы курсы для магистров направления подготовки 22.04.01 «Неразрушающие методы испытания кристаллов», «Оптические явления в кристаллах», для бакалавров направления подготовки 22.03.01 реализован курс «Спектрофотометрические методы оценки качества материалов»;
- Проводятся лабораторные работы по 2 учебным курсам;
- Ежегодно проводятся летние производственные практики студентов 3 курса и учебные практики студентов 2 курса;
- Защищены 2 выпускные квалификационные работы магистров (руководитель Е. В. Забелина).

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Определение удельного угла вращения плоскости поляризации в гиротропных кристаллах средней категории спектрофотометрическим методом / Е. В. Забелина, Р. Шахин, Н. С. Козлова, В. М. Касимова // Известия ВУЗ. Материалы электронной техники. – 2023. – Т. 26, С. 1–9. <https://doi.org/10.17073/1609-3577j.met202307543>;
2. Забелина Е. В., Козлова Н. С., Бузанов О. А. Оптические свойства кристаллов семейства лангасита: $\text{La}^3\text{Ga}_5\text{SiO}_14$, $\text{La}^3\text{Ga}_5,5\text{Ta}_0,5\text{O}_14$, $\text{Ca}^3\text{Ta}_2\text{Ga}^3\text{Si}^2\text{O}_14$ // Оптика и спектроскопия. – 2023. – Т. 131, N 5, С. 634–641. <https://doi.org/10.21883/OS.202305.55715.67-22>;
3. Structure and Optical Properties of Langasite Family Crystals ($\text{La}_1 - \text{xNdx}$) $3\text{Ga}_5\text{SiO}_14$ ($\text{x} = 0; 0,4; 0,6; 1$) / T. G. Golovina, A. F. Konstantinova, A. P. Dudka, A. V. Butashin, B. A. Umanskii, N. S. Kozlova, V. M. Kasimova and E. V. Zabelina // Crystallography Reports. – 2023. – Vol. 68, No 5, P. 732–743. <https://doi.org/10.1134/S106377452360045X>;
4. Забелина Е. В., Козлова Н. С., Бузанов О. А. Влияние легирования на оптические свойства кристаллов лантан-галлиевого tantalата // Известия ВУЗ. Материалы электронной техники. – 2023. – Т. 26, N 4, С. 1–9. <https://doi.org/10.17073/1609-3577j.met202308.551>;
5. Tolerance to the proton irradiation of the $\text{Gd}^3\text{Al}_x\text{Ga}_5-x\text{O}_12$ ($x = 0,1,2,3$) scintillation crystals for future collider experiments / D. Spassky, A. Spassky, V. Leb-

- elev, F. Fedyunin, N. Kozlova, E. Zabelina, V. Kastanova, O. Buzanov // Optical Materials. – 2023. – Vol. 145, No 8, P.114477. <https://doi.org/10.1016/j.optmat.2023.114477>;
6. Романтеева Е. П., Мололкин А. А., Лагов П. Б. Расчет режимов имплантации протонов и ионов гелия в ниобат лития для получения тонких монокристаллических слоев // Уральские научные чтения: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции с международ-
- ным участием (28 сентября 2023 г, г. Пермь). – Уфа: Аэттерна, 2023. – С. 10-15;
7. Влияние изотермического отжига в вакууме на оптические свойства кристаллов $\text{Ca}^3\text{TaGa}^3\text{Si}^2\text{O}14$ / Г. Ю. Деев, Н. С. Козлова, Е. В. Забелина, В. М. Касимова, С. М. Пилюшко, О. А. Бузанов // Сборник трудов Национальной научно-технической конференции с международным участием «ПМТ – 2023», Москва. – 2023. – Т. 1, С. 443–450. <https://elibrary.ru/item.asp?id=54607872>.

Количество публикаций в 2023 году

опубликовано 8 статей в научных журналах, 1 статья в сборнике трудов конференции и 1 статья в сборнике материалов конференции.

Конференции

Результаты работы представлены на Международных, Национальных и Всероссийских конференциях

и Симпозиуме, сделано 5 устных, 3 стеновых и 2 онлайн доклада:

Устные доклады

1. Влияние изотермического отжига в вакууме на оптические свойства кристаллов $\text{Ca}^3\text{TaGa}^3\text{Si}^2\text{O}14$ // Национальная научно-техническая конференция с международным участием «Перспективные материалы и технологии» («ПМТ – 2023»), РГУ МИРЭА, г. Москва, с 10 по 15 апреля 2023;
2. Влияние облучения протонами на оптические свойства и дефектообразование в кристаллах $\text{Gd}^3\text{Al}^2\text{Ga}^3\text{O}12:\text{Ce}$ и $\text{Gd}^3\text{Al}_x\text{Ga}5-x\text{O}12$ ($x=2, 3$) // III

Международная конференция «Физика Конденсированных Состояний», ИФТТ РАН, г. Черноголовка, с 29 мая по 3 июня 2023;

3. Измерение электрофизических свойств монокристаллических заготовок из GAGG // III Международная конференция «Физика Конденсированных Состояний», ИФТТ РАН, г. Черноголовка, с 29 мая по 3 июня 2023.

Профориентационная работа

Сотрудниками ИЛМЗ ведутся работы со школьниками:

- Организация и проведение презентаций и мастер-классов в рамках акции «Ночь в музее – 2022» НИТУ МИСИС;

- Экскурсии и занятия на базе лаборатории.

Основные научно-технические показатели ИЛМЗ

- Количество объектов интеллектуальной собственности (ноу-хай) – 9;
- Количество разработанных в ИЛМЗ и аттестованных МВИ – 9;
- Количество МВИ, разработанных в ИЛМЗ и оформленных в качестве стандарта организации (без учета аттестованных МВИ) – 9;
- Количество стандартных образцов предприятия (СОП), разработанных в ИЛМЗ – 11;
- Количество единиц уникального оборудования – 8.

Контактная информация

**Козлова Нина Семеновна, зам. зав. лаб., канд. физ.-мат. наук, ст.н.с.
тел: +7(495) 638-45-60; e-mail: ilmz@misis.ru**

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ БИОФИЗИКИ



**Ерофеев Александр Сергеевич,
заведующий лабораторией,
канд. физ.-мат. наук**

Деятельность лаборатории направлена на решение практических задач в областях биомедицины. Научный коллектив лаборатории ведет исследования в следующих направлениях

- наносенсоры, позволяющие определять клеточные метаболиты (активные формы кислорода, кислород, pH, ионы переходных металлов);
- распределение внутри и внеклеточных метаболитов;
- изучение функциональных свойств единичных клеток (наномеханика, локальная активность ионных каналов);
- сканирующая ион-проводящая микроскопия.

Кадровый потенциал подразделения

Штатными сотрудниками лаборатория биофизики являются 21 человек, из них 4 человека – научные сотрудники. Активное участие в научной работе принимают студенты, аспиранты и молодые ученые, средний возраст сотрудников на конец 2023 года не превышает 35 лет.

Финансирование

Лаборатория биофизики создана в 2020 году в целях реализации Программы повышения конкурентоспособности НИТУ МИСИС среди ведущих мировых научно-образовательных центров, Плана мероприятий по реализации Программы повыше-

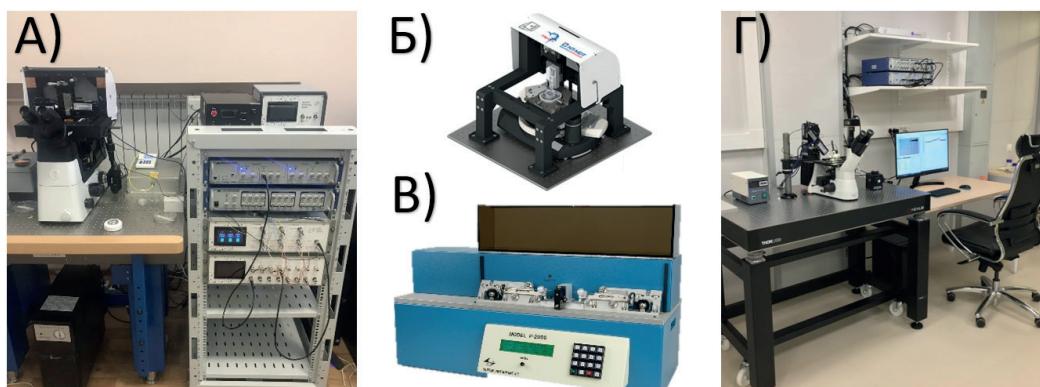
ния конкурентоспособности НИТУ МИСИС среди ведущих мировых научно-образовательных центров на 2013–2020 годы (5-100), а также в рамках развития в НИТУ МИСИС научного направления «Биофизика».

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

1. Проект РНФ «Разработка многофункциональной платформы СИМП-СЭХМ-ГКР для фенотипирования раковых клеток», руководитель – Ю. Н. Пархоменко (2022–2024 гг.);
2. НИР «Проведение исследований топографии и механических свойств самособирающихся гидрогелей Fmoc-FF и Fmoc-F5 и живых клеток, адгезированных на их поверхности», Договор с физическим факультетом МГУ;
3. НИР ««Исследование процессов прямой и обратной трансэндотелиальной миграции нейтрофильных гранулоцитов методом сканирующей ион-проводящей микроскопии», Договор с ННГУ им. Н. И. Лобачевского;
4. НИР по договору с Е. И. Чазова» Минздрава России;
5. Проект «Нанобиотехнологические подходы для исследования механизмов возникновения
- и регуляции дисфункций мозга с использованием уникальной научной установки «Сканирующий ион-проводящий микроскоп с конфокальным модулем» о предоставлении гранта в форме субсидии с Минбром, руководитель – А. С. Ерофеев (2022–2024 гг.).
6. Проект «Разработка и организация производства высокопроизводительной роботизированной платформы для проведения потоковых измерений на единичных клетках», в рамках предоставления субсидий на развитие кооперации российских образовательных организаций высшего образования, государственных научных учреждений и организаций реального сектора экономики в целях реализации комплексных проектов по созданию высокотехнологичных производств (15 очередь), руководитель – А. С. Ерофеев (2023–2025 гг.)

Оборудование

1. Сканирующий ион-проводящий микроскоп с конфокальным модулем, представляющий собой биологический исследовательский инструмент, который объединяет в себе методы сканирующей ион-проводящей микроскопии, конфокальной микроскопии, сканирующей электрохимической микроскопии. Сканирующий ион-проводящий микроскоп с конфокальным модулем представляет собой биологический исследовательский инструмент, который объединяет в себе методы сканирующей ион-проводящей микроскопии, конфокальной микроскопии, сканирующей электрохимической микроскопии. С помощью данной установки возможно одновременно при сканировании получить: изображение топографии живых объектов (например, клеток) с нанометровым разрешением, картирование по механическим свойствам, конфокальное изображение биологического образца совмещенное с топографией клетки, распределение метаболитов (например, активных форм кислорода) на поверхности клеток, оптическое изображение клетки совмещенное с топографией и флуоресцентным изображением;
2. Система для определения клеточных метаболитов. Данная система представляет собой электрохимический микроскоп, позволяющий определять клеточные метаболиты внутри клеток с использованием высокочувствительных и специфичных сенсоров, направленных на оценку активных форм кислорода, pH, кислорода и ионов переходных металлов. С помощью данной системы возможно оценить эффективность противоопухолевых препаратов на уровне единичных клеток.



А) уникальная научная установка – сканирующий ион-проводящий микроскоп с конфокальным модулем
Б) совмещенная система АСМ и СИПМ **В)** СО₂-лазерный пуллер **Г)** установка для электрохимических измерений на единичных клетках с помощью сенсоров на основе нанокапилляров

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Bubley, A; Erofeev, A; Gorelkin, P; Beloglazkina, E; Majouga, A; Krasnovskaya, O. Tacrine-Based Hybrids: Past, Present, and Future // Int. J. Mol. Sci. 2023, 24(2), 1717; <https://doi.org/10.3390/ijms24021717>;
2. Tatiana N. Tikhonova, Anna A. Rubekina, Viktor A. Vorobev, Ekaterina A. Mefodeva, Eugene G. Maksimov, Yuri M. Efremov, Maxim E. Darvin, Peter S. Timashev, Peter V. Gorelkin, Alexander S. Erofeev, Nikolay N. Sysoev, and Evgeny A. Shirshin. Inhibition of Self-Assembling Peptide Fibrils Formation Using Thioflavin T as a Photosensitizer // Journal of Biomedical Photonics & Engineering, Vol 9, No 1 (2023) DOI: 10.18287/JBPE23.09.010304;
3. Woodcock, E; Gorelkin, PV; Goff, PS; Edwards, CRW; Zhang, YJ; Korchev, Y; Sviderskaya, EV. Measuring Melanoma Nanomechanical Properties in Relation to Metastatic Ability and Anti-Cancer Drug Treatment Using Scanning Ion Conductance Microscopy // Cells 2023, 12(19), 2401; <https://doi.org/10.3390/cells12192401>;
4. Nikita Savin, Alexander Erofeev, Vasilii Kolmogorov,ab Sergey Salikhov, Yuri Efremov, Peter Timashev, Natalia Grammatikova, Igor Levshin, Christopher Edwards, Yuri Korchev, Petr Gorelkin Scanning ion-conductance microscopy technique for studying the topography and mechanical properties of Candida parapsilosis yeast microorganisms Biomater // Sci., 2023;
5. Tatiana N. Tikhonova, Vasilii S. Kolmogorov, Roman V. Timoshenko, Alexander N. Vaneev, Dana Cohen-Gerassi, Liubov A. Osminkina, Petr V. Gorelkin, Alexander S. Erofeev, Nikolay N. Sysoev, Lili Adler-

- Abramovich, Evgeny A. Shirshin Sensing Cells-Peptide Hydrogel Interaction In Situ via Scanning Ion Conductance Microscopy // Cells 2022, 11(24), 4137;
6. Daniil Spector, Alexander Erofeev, Peter Gorelkin, Dmitry Skvortsov, Alexander Trigub, Alina Markova, Vita Nikitina, Nikolay Ul'yanovskiy, Alexander Shtil', Alevtina Semkina, Ksenia Vlasova, Nikolay Zyk, Alexander Majouga, Elena Beloglazkina, Olga Krasnovskaya Biotinylated Pt(iv) prodrugs with elevated lipophilicity and cytotoxicity // Dalton Trans., 2023;
 7. Kseniya B. Varshavskaya, Vladimir A. Mitkevich, Alexander A. Makarov, Evgeny P. Barykin Synthetic, Cell-Derived, Brain-Derived, and Recombinant β -Amyloid: Modelling Alzheimer's Disease for Research and Drug Development // Int. J. Mol. Sci. 2022, 23(23), 15036;
 8. Kolmogorov, V. S.; Erofeev, A. S.; Barykin, E. P.; Timoshenko, R. V.; Lopatukhina, E. V.; Kozin,
 - S. A.; Gorbacheva, L. R.; Salikhov, S. V.; Klyachko, N. L.; Mitkevich, V. A.; Edwards, C. R. W.; Korchev, Y. E.; Makarov, A. A.; Gorelkin, P. V. Scanning Ion-Conductance Microscopy for Studying β -Amyloid Aggregate Formation on Living Cell Surfaces // Anal Chem 2023, 95 (43), 15943–15949. <https://doi.org/10.1021/ACS.ANALCHEM.3C02806>;
 9. Kolmogorov, V.; Erofeev, A.; Vaneev, A.; Gorbacheva, L.; Kolesov, D.; Klyachko, N.; Korchev, Y.; Gorelkin, P. Scanning Ion-Conductance Microscopy for Studying Mechanical Properties of Neuronal Cells during Local Delivery of Glutamate // Cells 2023, Vol. 12, Page 2428 2023, 12 (20), 2428. <https://doi.org/10.3390/CELLS12202428>;
 10. Dubkov, S.; Overchenko, A.; Novikov, D.; Kolmogorov, V.; Volkova, L.; Gorelkin, P.; Erofeev, A.; Parkhomenko, Y. Single-Cell Analysis with Silver-Coated Pipette by Combined SERS and SICM // Cells 2023, Vol. 12, Page 2521 2023, 12 (21), 2521. <https://doi.org/10.3390/CELLS12212521>.

Публикации

По результатам исследований коллектива НИЛ в 2019–2023 гг. опубликовано более 60 статей, в том числе, более 50 в Web of Science в 1 квартile.

Также результаты исследований были представлены более чем на 10 международных профильных конференциях.

План работы лаборатории на 2024 год.

1. Работа по проекту: «Разработка и организация производства высокопроизводительной роботизированной платформы для проведения потоковых измерений на единичных клетках», в рамках предоставления субсидий на развитие кооперации российских образовательных организаций высшего образования, государственных научных учреждений и организаций реального сектора экономики в целях реализации комплексных проектов по созданию высокотехнологичных производств (15 очередь), руководитель – А. С. Ерофеев (2023–2025 гг.) – 90 234 000 рублей;
2. Работа по гранту РНФ №22-19-00824 от 12.05.2022 «Разработка многофункциональной платформы СИМП-СЭХМ-ГКР для фенотипирования раковых клеток (2022–2024 гг.) – 21 000 000 рублей;
3. Работа по проекту «Нанобиотехнологические подходы для исследования механизмов возникновения и регуляции дисфункций мозга с использованием уникальной научной установки «Сканирующий ион-проводящий микроскоп с конфокальным модулем»» в рамках Соглашения №075-15-2022-264 от 12.04.2022 г. (2022–2024 гг.) – 300 000 000 рублей
4. Программа развития образовательных организаций высшего образования в рамках реализации программ стратегического академического лидерства «Приоритет-2030»;
5. Выполнение различных НИР по хоздоговорам в качестве Исполнителя на Уникальной научной установке.

Награды

Аспирантами и студентами лаборатории выиграны 4 стипендии Правительства РФ (по приоритетным направлениям) и 2 стипендии Президента РФ

(по приоритетным направлениям). З аспиранта были удостоены стипендии Европейского биофизического общества.

Контактная информация

e-mail: Erofeev.AS@misis.ru

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «ГИБРИДНЫЕ НАНОСТРУКТУРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ»



Комиссаров Александр
Александрович, заведующий
лабораторией, канд. техн. наук

Лаборатория оснащена самым современным оборудованием для структурных исследований, механических испытаний и обработки различных материалов

Основные научные направления деятельности лаборатории

Приоритетными задачами лаборатории являются разработка различных материалов нового поколения, проведение независимых экспертиз по установлению причин преждевременных выходов из строя различных металлоконструкций и оборудования, научно-техническое сопровождение прикладных исследований.

Кадровый потенциал подразделения

заведующий лабораторией – 1; ведущий эксперт научного проекта – 1; главный научный сотрудник – 1; старший научный сотрудник – 1; младший научный сотрудник – 1; инженер научного проекта – 5; инженер научного проекта 1 категории – 3; лаборант-исследователь – 2.

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

1. Участие в комплексном проекте по разработке импортозамещающей технологии производства биорезорбируемой системы фиксации из магниевых сплавов для остеосинтеза и реконструктивно-восстановительного лечения в медицине и ветеринарии. Основная цель проекта: разработка магниевых сплавов, обладающих удовлетворительной биосовместимостью и биорезорбицией, отработка технологии получения готовых изделий. Ключевыми партнерами проекта являются «Российский университет медицины» Министерства Здравоохранения РФ и Сеульский национальный университет;
2. Участие в комплексном проекте по разработке и внедрению комплексных технологий производства бесшовных труб из сталей нового поколения с управляемой коррозионной стойкостью при осложненных условиях эксплуатации для топливно-энергетического комплекса Российской Федерации. Основная цель проекта: разработать металловедческие и деформационные подходы производства бесшовных труб из сталей нового поколения;
3. Участие в комплексном проекте по повышению эксплуатационных характеристик футеровки и броней измельчительного и дробильного оборудования обогатительных фабрик. Основная цель проекта: разработка атласа перспективных материалов для использования на различных этапах дробления и измельчения апатит-нефелиновой руды, который содержит экспериментальный химический состав материалов для получения требуемого уровня свойств (твердость, изнашивание и т.д.).

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 году

1. В рамках проекта осуществляется разработка имортозамещающей технологии производства биорезорбируемой системы фиксации из магниевых сплавов получены научно и экспериментально обоснованные химические композиции магниевых сплавов: это системы магний-цинк-марганец-кальций и магний-цинк-галлий. Проведенный комплекс
- материаловедческих исследований позволил гарантировать необходимый уровень механических свойств, успешно пройденные испытания на цитотоксичность позволили перейти к испытаниям *in vivo* на животных (лабораторных мышах). Следующим этапом исследований являются клинические испытания;

2. В рамках данной работы для металловедческого исследования были разработаны и выплавлены инновационные марки сталей – 10ХБ, 10Ф, 10Б – в условиях производственного участка НИТУ МИСиС. Для вышеуказанных сталей с целью разработки оптимальных режимов термической обработки было проведено комплексное исследование, включающее в себя металлографический анализ на оптическом и сканирующем электронном микроскопах, определение механических свойств, дилатометрический анализ при различных температурно-временных режимах термообработки для установления природы упрочнения исследуемых сталей;
3. В рамках проекта изготовление не менее 10 образцов износостойких сталей и чугунов марок и проведены экспериментальные исследования в соответствии с перечнем: проведение экспериментов с процессами, на основе которых строится работа оборудования дробления и измельчения апатит-нефелиновой руды; проведение испытаний экспериментальных образцов материала устройства в соответствии с принятой программой исследований.

Подготовка специалистов высшей квалификации

- Под руководством заведующего лабораторией защищены 6 ВКР бакалавров, 4 магистерские диссертации и 2 НВР аспирантов, защищена кандидатская диссертация;
- Участие в семинарских занятиях «Интеллектуальная среда», проводимых в лаборатории НИЛ «ГНМ».

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

- Kwang Seon Shin, Lifei Wang, Mingzhe Bian, Shihoon Choi, Alexander Komissarov, Viacheslav Bazhenov Effects of temperature on critical resolved shear stresses of slip and twining in Mg single crystal via experimental and crystal plasticity modeling // Journal of Magnesium and Alloys, Volume 11, Issue 6, June 2023, Pages 2027–2041, <https://doi.org/10.1016/j.jma.2023.04.007>;
- Sung Hyuk Park, Ye Jin Kim, Hyun Ji Kim, Sang-Cheol Jin, Jong Un Lee, Alexander Komissarov, Kwang Seon Shin Recent research progress on magnesium alloys in Korea // Journal of Magnesium and Alloys, Volume 11, Issue 10, October 2023, Pages 3545–3584 <https://doi.org/10.1016/j.jma.2023.08.007>;
- Alexey Drobyshev, Zaira Gurganchova, Nikolay Redko, Alexander Komissarov, Viacheslav Bazhenov, Eugene S. Statnik, Iuliia A. Sadykova, Eugeny Sviridov, Alexey I. Salimon, Alexander M. Korsunsky, Oleg Zayratyants, Denis Ushmarov, Oleg Yanushevich An In Vivo Rat Study of Bioresorbable Mg-2Zn-2Ga Alloy Implants // Bioengineering 2023, 10(2), 273; <https://doi.org/10.3390/bioengineering10020273>;
- Stanislav O. Rogachev, Viacheslav E. Bazhenov, Alexander A. Komissarov, Anna V. Li, Denis V. Ten, Viacheslav V. Yushchuk, Alexey Yu. Drobyshev, Kwang Seon Shin Effect of Hot Rolling on Structure and Mechanical Properties of Mg – Y – Zn – Mn Alloys // Journal Metals Volume 13 Issue 2 <https://doi.org/10.3390/met13020223>;
- S. A. Nikulin, S. O. Rogachev, V. A. Belov, N. V. Shplis, A. A. Komissarov, V. Yu. Turilina, Yu. A. Nikolaev Structure and properties of steels for manufac-
- ture of core catcher vessel of nuclear reactor // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenij. Chernaya Metallurgiya 2023;66(3):356–366 <https://doi.org/10.17073/0368-0797-2023-3-356-366>;
- A. A. Komissarov, V. E. Bazhenov, A. V. Li, A. V. Kalygin, V. V. Yushchuk, S. V. Plegunova, D. V. Ten, Yu. B. Sazonov., Mechanical and Corrosion Properties of Hot-Extruded Mg – Zn – Ga Alloys, ISSN 0036–0295, Russian Metallurgy (Metally), Vol. 2023, No. 10, pp. 1488–1493. © Pleiades Publishing, Ltd., 2023. Russian Text © The Author(s), 2023, published in Deformatsiya i Razrushenie Materialov, 2023, No. 3S, pp. 6–12, DOI: 10.1134/S0036029523100142;
- S. O. Rogachev, A. V. Zavodov, E. A. Naumova, T. V. Chernonenok, E. A. Lukina, M. Yu. Zadorozhnyy. Improvement of strength – ductility balance of Al – Ca – Mn – Fe alloy by severe plastic deformation // Materials Letters. – 2023. – V. 349. – P. 134797, <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2023.134797>
- Mikhail M. Skripalenko, Stanislav O. Rogachev, Viacheslav E. Bazhenov, Boris A. Romantsev, Mikhail N. Skripalenko, Boris V. Karpov, Andrey Yu. Titov, Andrey V. Koltygin, Andrei V. Danilin. Research of Three-High Screw Rolling of Aluminum Billets with Copper Inserts at Different Rolls Feed Angles // Metals. – 2023. – V. 13. – P. 1671, <https://doi.org/10.3390/met13101671>;
- S. A. Nikulin, S. O. Rogachev, D. V. Prosvirnin, S. V. Pivovarchik, V. A. Belov, N. V. Shplis, M. Yu. Zadorozhnyy, V. M. Khatkevich. Influence of Overheating on High-Cycle Fatigue Characteristics of the Base

- Metal and Weld Metal of Low-Carbon Steel Welded Joints// Metals. – 2023. – V. 13. – P. 1707, <https://doi.org/10.3390/met13101707>;
10. Rogachev S. O., Naumova E. A., Inozemtseva O. V., Andreev V. A., Karelina R. D., Komarov V. S., Tabachko-
- va N. Yu., Khatkevich V. M., Bondareva S. A. Effect of number of ECAP passes on structure and mechanical properties of Al – Ca – Mn – Fe Alloy // Materials Today Communications. – 2024. – V. 38. – P. 107762, <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2023.107762>.

Основные научно-технические показатели

- В научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 24
- 2 объекта интеллектуальной собственности
- 1. Патент: «Магниевый сплав и способ получения заготовок для изготовления биорезорбируе-
- мых систем фиксации и остеосинтеза твердых тканей в медицине»
- 2. Свидетельство о регистрации ЭВМ: «Программа автоматического расчета скорости резорбции кости»

Награды

- Комиссаров А. А. и Тен Д. В. в составе коллектива НИТУ МИСИС, ПАО «Северсталь» и ФГБУ ВНИИПО МЧС России – Обладатели золотой медали Лауреата международной выставки «Металл-Экспо» за разработку технологии производства низколегированного рулонного проката для строительных конструкций нормируемых пределом огнестойкости категории прочности С390П;
- Долгач Е. Д. и Ющук В. В. – Лауреаты конкурса «Молодые ученые» НИР на тему: «Исследование влияния различных режимов термической обработки на механические свойства и структуру бесшовной трубы, изготовленной из экономнолегированной стали в сероводородостойком исполнении»;
- Плегунова С. В. – Победитель всероссийского фестиваля студенческого предпринимательства «Я-Ты-Москва»;
- Машарипов С. З. – Лауреат конкурса «Молодые ученые» НИР на тему: «Исследование влияния режимов термической обработки до и после холодной объемной штамповки на комплекс механических свойств высокопрочных крепежных изделий для нужд автомобилестроения и других ответственных назначений».

Участие в международных конференциях

Комиссаров А. А. – Устный доклад на тему: «Structure, mechanical and corrosion properties bioresorbable magnesium alloys of Mg-Zn-Ga and Mg-Zn-Ca-Mn

systems for medical purpose» на конференции The 11th Pacific Rim International Conference on Advanced Materials and Processing (Южная Корея, о. Чеджу)

Подготовка специалистов высшей квалификации

Защищенная кандидатская диссертация: Ли А. В. – Диссертация на соискание ученой степени на тему: «Структура, механические и коррозионные свойства биорезорбируемых магниевых сплавов систем Mg-

Zn-Ga и Mg-Zn-Ca-Mn медицинского назначения». Руководитель, подготовивший специалиста: Комиссаров А. А.

Контактная информация

**Комиссаров Александр Александрович,
заведующий лабораторией
тел.: +7 (495) 638-45-81,
e-mail: komissarov@misis.ru, кабинет Б-056**

25 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КОНСТРУКЦИОННЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ»



Московских Дмитрий Олегович,
директор центра, канд. техн.
наук

Центр имеет компетенции в области современных методов синтеза и исследования неорганических материалов для различных конструкционных и функциональных материалов. Особое внимание в последние годы было уделено разработке новых подходов к применению и расширению возможностей методов горения, как в порошковых средах, так и в растворах для созданияnanoструктур с заданными эксплуатационными характеристиками. Научная деятельность направлена на выработку фундаментальных подходов и обобщенных критериев для управляемого синтеза, умной инженерии материалов различных классов с возможностью регулирования фазового состава и структуры для получения целевых свойств.

Основные научные направления деятельности центра

- Сверхвысокотемпературная керамика (карбиды, нитриды, карбонитриды) для теплозащиты узлов космических аппаратов в экстремальных условиях;
- Высокоэнтропийная бескислородная керамика ($HfTaTiNbZr$) C ;
- Разработка перспективных газопоглотителей и сорбентов водорода на основе титановых сплавов (TiV , $TiVZr$, $HfTaTiNbZr$) и $LaNi5$ для электровакумных устройств и генераторов энергии;
- Разработка высокотемпературных оксидных термоэлектриков $CaMnO_3$, $Ca_3Co_4O_9$, ZnO и $SrTiO_3$ методом самораспространяющегося скоростного синтеза из реакционных растворов и аэрозолей;
- Разработка композиционных поверхностно-модифицированных сферических порошков на основе различных сплавов (Al , Ti или Ni) для последующего аддитивных технологий;
- Катализаторы на основе углеродных структур с инкапсулированными в них промотированными активными металлическими частицами;
- MAX-фазы и двумерные материалы (карбидные и карбо-нитридные MXenes для конструкционных и функциональных применений).

Кадровый потенциал подразделения

Докторов наук – 2 чел., кандидатов наук – 10 чел., Аспирантов – 4 чел., Инженерно-технических ра-

ботников – 3 чел., Магистрантов, задействованных в НИР – 3 чел.

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

1. Исследована стойкость композита $Hf(C,N)$ – $MoSi_2$ к окислению на воздухе при температуре до 1000 °C в неизотермических и изотермических условиях. Были получены композиты с 1, 5, 10 и 20 об.%. Было обнаружено, что образцы, содержащие 1 и 5 об.% $MoSi_2$, имели наименьший

прирост массы и наилучшие характеристики окисления. Результаты этого исследования были подтверждены микроструктурным и фазовым анализами образцов после изотермической обработки в печи. Образцы с наименьшим содержанием дисилицида молибдена имели на поверх-

- ности плотную и тонкую защитную оксидную пленку, состоящую из ортосиликата гафния и моноклинного HfO_2 . Увеличение количества MoSi_2 способствовало образованию рыхлого и пористого оксидного слоя из-за увеличения концентрации летучего MoO_3 . Однако все образцы демонстрировали более высокую стойкость к окислению по сравнению с чистым $\text{Hf}(\text{C}, \text{N})$;
2. Порошок высокоэнтропийного карбонитрида $(\text{Hf}, \text{Ta}, \text{Nb}, \text{Zr})(\text{C}, \text{N})$ синтезирован посредством механически индуцированной самоподдерживющейся реакции в процессе высокоэнергетической механической обработки. Механическая обработка способствовала формированию слоистых композиционных частиц и инициированию реакции горения. Полнота протекания реакции внутри барабанов наблюдалась после 30 минут обработки, при этом порошок продукта реакции состоял из агломератов частиц округлой формы размером от 20 до 600 нм. Исследовано влияние температуры искрового плазменного спекания на относительную плотность керамики, показано, что спекание при 2000 °C, позволяет получать плотную керамику (> 98%). Спеченный высокоэнтропийный карбонитрид $(\text{Hf}, \text{Ta}, \text{Nb}, \text{Zr})(\text{C}, \text{N})$ продемонстрировал высокие значения нановёрдости 30.1 ГПа и трещиностойкости 4.2 МПа·м^{1/2}, а также прочности на сжатие при комнатной температуре 3000 ± 80 МПа;
 3. Разработан компактный высокоэнтропийный интерметаллид $\text{CoNi}_{0.3}\text{Fe}_{0.3}\text{Cr}_{0.15}\text{Al}$. Материал состоит основной фазы B_2 наряду с некоторым количеством вторичных фаз ВСС и FCC, а также интерметаллида L_{12} и ВСС на основе хрома. Изучено взаимодействие между компонентами при нагревании до 1600 °C. Было показано, что образование фазы $\text{CoNi}_{0.3}\text{Fe}_{0.3}\text{Cr}_{0.15}\text{Al}$ происходит при 1370 °C за счет образования промежуточных интерметаллических фаз $(\text{Al}_9\text{Me}_2)\text{AlCo}$,
- AlNi_3) и их твердых растворов, что хорошо соглашается с термодинамическими расчетами и диаграммами растворимости. Испытания на сжатие при комнатной и повышенной температурах показали, что данный сплав, обладает улучшенными механическими свойствами ($\sigma_{\text{p}} = 2,79$ ГПа, $\sigma_{0.2} = 1,82$ ГПа, $\epsilon = 11,5\%$ при 400 °C), которые превосходят многие известные сплавы в этой системе. Высокие механические свойства при повышенных температурах обеспечиваются упорядоченной фазой B2 благодаря наличию примесных атомов и дефектов в решетке;
4. Получены компактные однофазные гафний-циркониевые карбонитриды с различным соотношением Hf/Zr . Такая керамика демонстрирует более высокие значения твердости (~17 ГПа) и вязкости разрушения (~5 МПа м^{1/2}) по сравнению с карбидами $(\text{Hf}, \text{Zr})\text{C}$ (~13 ГПа и ~3 МПа м^{1/2}), что подтверждает положительное влияние азота на механические свойства;
 5. Получены наночастицы (до 25 нм) высокоэнтропийного сплава CoCuFeNi , способных образовывать стабильную суспензию с концентрацией 0,3 г/л. Данные суспензии были протестированы на прорастание семян и рост растений. Использование суспензии CoCuFeNi для полива растений вместе с водой показало положительные результаты в биостимуляции растений, что привело к увеличению высоты растений до 12% у кress-салата и до 50% у масличной редьки. CoCuFeNi показали хорошую активность по инактивации синегнойной палочки, которая была сопоставима при применении тетрациклина. Такие металлические наночастицы представляют интерес прежде всего для улучшения роста и продуктивности сельскохозяйственных культур, а также для сведения к минимуму использования традиционных дорогостоящих химических удобрений.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Suvorova V., Khadyrova I., Nepapushev A., Kuskov K., Suvorov D., Moskovskikh D. Fabrication and investigation of novel hafnium-zirconium carbonitride ultra-high temperature ceramics (2023) Ceramics International, 49 (14), pp. 23809 – 23816, DOI: 10.1016/j.ceramint.2023.04.222;
2. Yudin S., Volodko S., Moskovskikh D., Alimov I., Guryanov A., Zhevnenco S., Guo H., Korotitsky A., Sidnov K., Roslyakov S., Zhang C. Fabrication of high-entropy carbide ceramics (Ti,Zr,Hf,Nb,Ta) C through low-temperature calcium-hydride reduction of oxides (2023) Journal of the European Ceramic Society, 43 (12), pp. 5108 – 5116, DOI: 10.1016/j.jeurceramsoc.2023.04.056;
3. Suvorova V., Nepapushev A., Suvorov D., Kuskov K., Loginov P., Moskovskikh D. Investigation of the Effect of Molybdenum Silicide Addition on the Oxidation Behavior of Hafnium Carbonitride (2023) Journal of Composites Science, 7 (1), art. no. 25, DOI: 10.3390/jcs7010025;
4. Khort A., Haiduk Y., Taratyn I., Moskovskikh D., Podbolotov K., Usenka A., Lapchuk N., Pankov V. High-performance selective NO₂ gas sensor based on In_2O_3 – graphene – Cu nanocomposites (2023) Scientific Reports, 13 (1), art. no. 7834, DOI: 10.1038/s41598-023-34697-5;
5. Suvorova V., Nepapushev A., Suvorov D., Kuskov K., Korol A., Moskovskikh D. High-entropy carbonitride

- (Hf,Ta,Nb,Zr)(C,N): One step mechanically induced self-sustaining reaction and spark plasma sintering (2024) International Journal of Refractory Metals and Hard Materials, 120, art. no. 106613, DOI: 10.1016/j.ijrmhm.2024.106613;
6. Abedi M., Moskovskikh D., Romanovski V., Ozherelkov D., Gromov A. Unlocking the potential of graphene-reinforced AlSi10Mg nanocomposites in laser powder bed fusion: A comprehensive review (2024) Journal of Alloys and Compounds, 978, art. no. 173441, DOI: 10.1016/j.jallcom.2024.173441
 7. Khadyrova I., Suvorova V., Nepapushev A., Suvorov D., Kuskov K., Moskovskikh D. Hafnium-Zirconium Carbonitride (Hf,Zr)(C,N) by One Step Mechanically Induced Self-Sustaining Reaction: Powder Synthesis and Spark Plasma Sintering, (2023) Ceramics, 6 (2), pp. 1129 – 1138 DOI: 10.3390/ceramics6020067;
 8. Yudin S., Alimov I., Volodko S., Gurianov A., Markova G., Kasimtsev A., Sviridova T., Permyakova D., Evstratov E., Cheverikin V., Moskovskikh D. Fabrication of Biomedical Ti-Zr-Nb by Reducing Metal Oxides with Calcium Hydride (2023) Journal of Functional Biomaterials, 14 (5), art. no. 271 DOI: 10.3390/jfb14050271;
 9. Romanovski V., Roslyakov S., Trusov G., Periakaruppan R., Romanovskaya E., Chan H. L., Moskovskikh D. Synthesis and effect of CoCuFeNi high entropy alloy nanoparticles on seed germination, plant growth, and microorganisms inactivation activity (2023) Environmental Science and Pollution Research, 30 (9), pp. 23363 – 23371 DOI: 10.1007/s11356-022-23918-5;
 10. Podbolotov K., Moskovskikh D., Abedi M., Suvorova V., Nepapushev A., Ostrikov K. K., Khort A. Low-temperature reactive spark plasma sintering of dense SiC-Ti³SiC₂ ceramics (2023) Journal of the European Ceramic Society, 43 (4), pp. 1343 – 1351 DOI: 10.1016/j.jeurceramsoc.2022.11.036.

Основные научно-технические показатели за 2023

- в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 66;
- объектов интеллектуальной собственности, аттестованных методик – 3;
- конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения – 8.

Контактная информация

Московских Дмитрий Олегович – директор НИЦ «Конструкционные Керамические Наноматериалы».

Тел.: +7(915)253-10-00, e-mail: mos@misis.ru

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «НЕОРГАНИЧЕСКИЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ»



Штанский Дмитрий
Владимирович, директор
НИЦ «Неорганические
наноматериалы»,
д-р физ.-мат. наук



Сорокин Павел Борисович,
заведующий лабораторией
Цифрового материаловедения,
д-р физ.-мат. наук

52 млн руб.

Общий объем финансирования
научно-исследовательских
работ в 2023 году (центр)

23,3 млн руб.

Общий объем финансирования
научно-исследовательских
работ в 2023 году (лаб.)

В состав Центра входит «Лаборатория цифрового материаловедения»

Основные научные направления деятельности центра

- Синтез нано- и гетероструктур;
- Разработка наноносителей антибактериальных, противогрибковых, и противоопухолевых препаратов;
- Плазменная полимеризация и получение поверхностно-модифицированных биорасторимых полимерных нановолокон для раневых повязок, фильтров для очистки воды и фильтрации воздуха;
- Разработка адсорбентов на основе наночастиц гексагонального нитрида бора для очистки сточных вод от фармацевтических загрязнителей;
- Функционализация поверхности наноструктур с применением методов химической и плазмохимической обработки;
- Разработка композиционных материалов на основе легких металлических матриц, упрочненные наноструктурами;
- Разработка высокоэффективных гетерогенных катализаторов и фотокатализаторов;
- Теоретическое моделирование наноструктур, в том числе расширение научных знаний о неуглеродных наноматериалах, преимущественно двумерных, поиск новых устойчивых наноструктур, исследование условий их стабильности, электронных и магнитных свойств, а также изучение гетероструктур на их основе.

Кадровый потенциал центра

23 сотрудника, в том числе 2 доктора наук, 8 кандидатов наук, 1 Ph.D, 2 аспиранта, 8 магистрантов

Кадровый потенциал Лаборатории

13 сотрудников, из них 1 доктор наук, 6 кандидатов наук, 3 аспиранта, 3 магистранта

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

1. Международный проект РНФ Россия-Китай: «Композиты и гетероструктуры на основе BN для высокоеффективных фотокатализаторов и фотодетекторов», рук. Д. В. Штанский;
2. Проект РНФ «Разработка новых бактерицидных поверхностей на основе изучения основных механизмов подавления возбудителей бактериальной и грибковой инфекции», рук. Д. В. Штанский;
3. Проект РНФ «Химически индуцированный фазовый переход в низкоразмерных структурах», рук. П. Б. Сорокин;
4. Проект РНФ «Разработка гетерогенных наноструктурных материалов Fe(Pt, Ag)/BN для переработки углекислого газа», рук. А. С. Конопацкий;
5. Проект РНФ «Комплексное исследование адсорбентов на основе наночастиц гексагонального нитрида бора для очистки сточных вод от лекарственных средств», рук. Л. Ю. Сорокина;
6. Государственное задание «Разработка теоретических и экспериментальных основ получения металломатричных композиционных материалов, упрочненных наноструктурами», рук. Д. В. Штанский;
7. Проект К6-2022-041 Программа создания и развития лабораторий под руководством молодых ученых, Программа стратегического академического лидерства «Приоритет – 2030», рук. П. Б. Сорокин;
8. Хозяйственный договор «Разработка методики получения структур гексагонального нитрида бора для хранения водорода», рук. Д. В. Штанский.

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 году

- Оптимизирован технологический процесс электроформования односторонних нановолокон на основе поликапролактона на установке спиннингования, предназначенных для замены нервных окончаний. Оптимизирован процесс электроформования хаотичных и коаксиальных нановолокон поликапролактон/коллаген, предназначенных для раневых повязок, в которых коллаген служит оболочкой поликапролактона, для улучшения биосовместимости и гидрофильтральных свойств;
- Получены самодезинфицирующиеся материалы путем иммобилизации наночастиц серебра к поверхности обработанных плазмой биоразлагаемых нановолокон поликапролактона, которые могут использоваться как перевязочные материалы и фильтры для очистки воды и фильтрации воздуха;
- Получены конъюгаты на основе наночастиц нитрида бора с фолиевой кислотой и флуоресцентным красителем и изучена селективность их накопления методом биовизуализации на мышах;
- Впервые исследованы иммобилизация и высвобождение богатой тромбоцитами плазмы (БТП) с поверхности нановолокон, модифицированных плазменной обработкой в газовом разряде. Показано, что присоединенная к поверхности БТП покрывает примерно пятьдесят процентов поверхности нановолокон через 8 дней после замачивания их в буферах с различным pH;
- Получены композиционные материалы Al/Al₂O₃, которые в три раза легче стали, но имеют сопоставимую с ней прочность. Решена проблема критического снижения пластичности при увеличении прочности за счет создания бимодальной микроструктуры композита;
- Впервые показано, что металл фталоцианиновые комплексы являются подходящими прекурсорами для синтез одноатомных катализаторов на основе h-BN, что открывает новые возможности получения дешевых, воспроизводимых и эффективных катализаторов для производства углеводородов;
- Разработан новый простой двухэтапный протокол CVD-синтеза с использованием карбонтермического восстановления для получения горизонтально и вертикально ориентированных нанопластин MoS₂ на гранулах активированного угля, обладающих высокой фотокаталитической активностью при разложении органических красителей под действием УФ-излучения;
- Показано, что измельчение частиц h-BN в шаровой мельнице приводит к значительному увеличению их фотокаталитической активности в реакции окисления фенола, что объясняется увеличением поглощения УФ-света с длиной волны 254 нм, уменьшением скорости электронно-дырочной рекомбинации и увеличением скорости образования ·OH радикалов;
- Получены новые гетерогенные наноматериалы FePt/h-BN с улучшенными магнитными харак-

- теристиками и способностью очищать воду от органических загрязнителей;
- Наблюдалось локальное алмазообразование биграфена на подложке лангасита под фокусированным электронным лучом. Характеристики напряжения-тока биграфена до и после переключения напряжения, вызванного электронным лучом, показали значительное повышение сопротивления при формировании двумерной алмазоподобной структуры;
- Изучен фотоприемник, чувствительный к поляризованному свету, с высокой эффективностью и сверхскоростью реакции на основе $\text{MoS}_2/\text{Ta}_2\text{Pd}_3\text{Se}_8$;
- Изучена кластерная структура сверхтвердого фуллерита, синтезированного при давлении до 85 ГПа. Теоретически предсказано значительное увеличение жесткости полимерного кластера фуллерита по сравнению с кристаллическим алмазом. Исследование с помощью просвечивающего микроскопа высокого разрешения подтвердило наличие нескольких типов таких нанокластеров в исследуемых образцах;
- Представлен простой одностадийный метод селективного травления металлических однослойных углеродных нанотрубок в аэрозольной фазе закисью азота. Адсорбция окислителя (N_2O) на поверхности углеродных нанотрубок была смоделирована методом DFTB с учетом геометрических характеристик нанотрубки и ее электронных свойств, в результате чего энергия адсорбции N_2O для металлических углеродных нанотрубок некоторых хиральностей действительно меньше, чем для полупроводниковых.

Подготовка специалистов высшей квалификации

Защита диссертации на соискание ученой степени кандидата наук Кутжановым М. К. на тему: «Разработка композиционных материалов на основе алюминия, дисперсно-упрочненных керамическими наночастицами», канд. техн. наук, 2023

Сотрудник Центра К. Ю. Котякова получила персональную стипендию имени Ж. И. Алферова для молодых ученых в области физики и нанотехнологий.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. J. Liu, L. Su, X. Zhang, D. V. Shtansky, X. Fang, Photoelectric-ferroelectric hybrid system for photodetection, Small Methods (2023) 2300319 (IF=12.4) Q1;
2. D. V. Leybo, A. A. Ryzhova, A. T. Matveev, K. L. Firestein, P. A. Tarakanov, A. S. Konopatsky, A. L. Trigub, E. V. Sukhanova, Z. I. Popov, D. V. Golberg, D. V. Shtansky, Iron phthalocyanine derived $\text{Fe}_1/\text{h-BN}$ single atom catalyst for CO_2 hydrogenation, J. Mater. Chem. A 11 (2023) 11874–11888. (IF=11.9) Q1;
3. F. Khorobrykh, S. Klimin, B. Kulnitskiy, F. N. Jalolov, A. Kvashnin, A. Eliseev, A. Kirichenko, V. Prenas, V. Denisov, N. Mel'nik, P. Sorokin, M. Popov, Cluster structure of ultrahard fullerite revealed by Raman spectroscopy, Carbon 214 (2023) 118314 (IF=11.3) Q1;
4. A. A. Alekseeva, D. V. Krasnikov, G. B. Livshits, S. A. Romanov, Z. I. Popov, L. A. Varlamova, E. V. Sukhanova, A. S. Klimovich, P. B. Sorokin, S. V. Savilov, A. G. Nasibulin, Films enriched with semiconducting single-walled carbon nanotubes by aerosol N_2O etching, Carbon 121 (2023) 118094 (IF=11.3) Q1;
5. S. Ke, J. Zhou, K. V. Larionov, A. Zhu, Y. Li, H. Zhang, Y. Yang, X. Zhu, L. Li, P. B. Sorokin, M. Tian, W. Gao, X. Liu, Ultrafast polarization sensitive photodetector based on $\text{MoS}_2/\text{Ta}_2\text{Pd}_3\text{Se}_8$ hybrid dimensional heterostructure, Adv. Opt. Mater. 11 (2023) 2300593 (IF=10.1) Q1;
6. A. S. Konopatsky, V. V. Kalinina, A. S. Savchenko, D. V. Leybo, E. V. Sukhanova, V. S. Baidyshev, Z. I. Popov, A. V. Bondarev, J. Polčák, D. V. Shtansky, Structure, magnetic and absorbent properties of FePt/h-BN nanomaterials, Nano Research 16(1) (2023) 1473–1481 (IF=9.9) Q1;
7. G. M. Li, Z. J. Peng, X. L. Chen, K. H. Ding, P. Sorokin, A. Perumal, J. H. Chen, X. D. Xu, Correlated microstructure and magnetic properties of Ce-substituted sintered Nd-Fe-B magnets: Role of various phases at triple junctions and grain boundaries, Acta Materialia 261 (2023) 119407 (IF=9.2) Q1;
8. D. V. Leybo, A. S. Konopatsky, X. Fang, D. V. Shtansky, Photocatalytic phenol oxidation over ball milled hexagonal boron nitride, Journal of Water Process Engineering 51 (2023) 103367 (IF=7.0) Q1;
9. A. S. Konopatsky, V. V. Kalinina, D. V. Barilyuk, D. V. Leybo, A. T. Matveev, X. Fang, D. V. Shtansky, Carbothermal-reduction-assisted CVD synthesis of layered MoS_2 nanosheets on activated carbon sup-

- port: implication for photocatalysis, J. Alloys Compd. 934 (2023) 167867. (IF=6.2) Q1;
10. A. M. Manakhov, E. S. Permyakova, A. O. Solovieva, N. A. Sitnikova, P. V. Kiryukhantsev-Korneev,
- A. S. Kopopatsky, D. V. Shtansky, Immobilization and release of PRP from modified nanofibers studied by advanced XPS analyses, Polymers 15 (2023) 1440 (IF=5.0) Q1.

Ноу-хай

1. Способ получения нановискеров алюмина-тов на частицах алюминия. Зарегистрировано в Депозитарии ноу-хай НИТУ МИСИС № 24-774-2023 ОИС от 17.11.2023, Авторы: Матвеев А. Т., Штанский Д. В., Нарзуллоев У. У.;
2. Способ получения сферических наночастиц гексагонального оксинитрида бора. Зарегистрировано в Депозитарии ноу-хай НИТУ МИСИС № 23-774-2023 ОИС от 17.11.2023, Авторы: Матвеев А. Т., Штанский Д. В.;
3. Способ получения индивидуальных композитных фильтров на основе гексагонального нитрида бора, модифицированного 2-гидроксиэтилметакрилатом, для очистки воды от антибиотиков. Зарегистрировано в Депозитарии ноу-хай НИТУ МИСИС № 25-774-2023 ОИС от 17.11.2023, Авторы: Котякова К. Ю., Сорокина Л. Ю., Сорокин П. Б., Штанский Д. В.;
4. Способ получения композиционного материала на основе алюминия, упрочненного наночастицами карбида кремния. Зарегистрировано в Депозитарии ноу-хай НИТУ МИСИС № 09-774-2023 ОИС от 18.05.2023, Авторы: Кутжанов М. К., Матвеев А. Т., Штанский Д. В.;
5. Программа для построения модели структуры зародыша алмаза в матрице графита. Дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ от 18.12.2023, Авторы: Ерохин С. В., Ларионов К. В., Сорокин П. Б.

Основные научно-технические показатели

Опубликовано 20 научных статей в рецензируемых научных журналах, из них 14 статей в журналах 1 квартриля. Зарегистрировано 5 «ноу-хай».

Контактная информация

Штанский Дмитрий Владимирович

тел.:+7 (499) – 236–6629, e-mail: shtansky@shs.misis.ru

Сорокин Павел Борисович

e-mail: pbsorokin@misis.ru

Б-022, Б-028: Тел. +7-495-638-4447;

Б-408, Б-410: Тел. +7-495-955-0029;

Б-0022: Тел. +7-495-955-0030.

НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ТКАНЕВОЙ ИНЖЕНЕРИИ И РЕГЕНЕРАТИВНОЙ МЕДИЦИНЫ



Кудан Елизавета Валерьевна,
и.о. зав. лабораторией, д-р биол.
наук, канд. хим. наук

Одной из главных задач научно-образовательной лаборатории тканевой инженерии и регенеративной медицины (НОЛ ТИРМ), является поиск современных подходов в биомедицинской инженерии, включающий в себя создание новых биоматериалов и разработку технологических решений в активно развивающемся направлении трехмерной биофабрикации, предназначенных, в том числе, для преодоления современных угроз и вызовов. Это предполагает внедрение инновационных биоинженерных технологий, использование возобновляемых ресурсов и биоотходов, расширение ассортимента медицинских продуктов и создание новых материалов для медицинских изделий с улучшенными характеристиками.

Основные научные направления деятельности лаборатории

- Тканевая инженерия;
- 3D-биопринтеринг;
- Биоимплантаты;
- Клеточные технологии;
- Биомиметика;
- Интеллектуальные биоматериалы и устройства;
- Использование возобновляемого сырья и биоотходов.

Кадровый потенциал подразделения

докторов наук – 7, кандидатов наук – 6, аспирантов – 10, студентов – 7

23,7 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Проекты

- Проект РНФ «Исследование operando эволюции структурных элементов в композитных и гибридных полимер матричных материалах в процессе развития эффекта памяти формы»;
- ООО «СПЛАТ ГЛОБАЛ», «Определение состава и физико-химических параметров полимерного субстрата индикаторов, покрывающего субстрата и субстрата подложки-основы инвирто тест-системы для определения ряда анализов в моче человека»;
- ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России, «Создание цифровых моделей и разработка технологии 3D-биопечати персонифицированных биосовместимых матриц на основе гидрогеля бесклеточного матрикса из плацентарных оболочек»;
- АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ», «Формирование технологической оснастки для обеспечения технологии биофабрикации клеточных трубчатых объектов/конструктов при помощи физических полей».

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

1. Тканевой пистолет. Разработано ручное автономное устройство двухкомпонентной биопечати

ти для лечения раневых поверхностей «Тканевой пистолет». Проведены доклинические

- исследования на мышах на базе НМИЦ онкологии им. Н. Н. Блохина, доклинические исследования на крысах и клинические исследования на нескольких пациентах с использованием гидрогеля фирмы Колетекс на базе ФГБУ «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н. Н. Бурденко» МО РФ. Получен патент на изобретение 2793065 С1, 28.03.2023;
2. Имплантаты ушной раковины человека. Методом гибридной биопечати напечатаны имплантаты ушной раковины, состоящие из полиуретанового каркаса, имеющие ребра жесткости из полилактида и заполненные коллагеновым гидрогелем, содержащим хондроциты. Прове-
- дены доклинические исследования на свиньях на базе ФГБУ НМИЦО ФМБА России. Получен патент на изобретение 2790402 С1, 17.02.2023; б;
3. In situ биопринтер. In situ биопечать – биопечать на теле пациента непосредственно в раневое ложе. Создан in situ биопринтер и отработана технология заполнения глубоких и обширных дефектов мягких тканей при помощи гидрогеля на основе коллагена 1 типа. Спроектирован и разработан лабораторный образец печатающей головки со встроенным сканером для роботического манипулятора компании Rozum robotics.

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

1. Опубликовано 15 статей, из них 13 статей в журналах Q1-Q2 (86,6%), 1 статья в журнале Q3 (6,7%) и 1 статья в журнале Q4 (6,7%);
 2. Была произведена первая в мире биопечать на человеке совместно с ФГБУ «Главный военный клинический госпиталь имени академика
- Н. Н. Бурденко» МО РФ и Лабораторией биотехнологических исследований ЗД Биопринтеринг Солюшенс;
3. Тканевой пистолет отправлен на натурные испытания в рамках СВО.

Подготовка специалистов высшей квалификации

В 2023 году было выпущено 4 бакалавра и 3 магистра

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Levin AA, Karalkin PA, Koudan EV, Senatov FS, Parfenov VA, Lvov VA, Petrov SV, Pereira FDAS, Kovalev AV, Osidak EO, Domogatsky SP, Manturova NE, Kasyanov VA, Sergeeva NS, Zorin VL, Khesuani YD, Mironov VA. Commercial articulated collaborative in situ 3d bioprinter for skin wound healing // International Journal of Bioprinting. – 2023. – Т. 9. – № 2. – С. 380–393. doi: 10.18063/ijb.v9i2.675;
2. Lvov VA, Senatov FS, Shinkaryov AS, Chernyshikhin SV, Gromov AA, Sheremetev VA. Experimental 3D printed re-entrant auxetic and honeycomb spinal cages based on Ti-6Al-4 V: Computer-Aided design concept and mechanical characterization // Composite Structures. – 2023. – Т. 310. – С. 116766. doi: 10.1016/j.compstruct.2023.116766;
3. Ostrovskiy SD, Krotenko IA, Stepashkin AA, Zadorozhnyy MYu, Kiselev DA, Ilina TS, Kolesnikov EA, Senatov FS. Shape memory effect and thermal conductivity of PLA/h-BN composites //Polymer Composites. – 2023. – Т. 44. – №. 10. – С. 7170–7180. doi:10.1002/polc.27625;
4. Kan Y, Bondareva JV, Statnik ES, Koudan EV, Ippolitov EV, Podporin MS, Kovaleva PA, Kapaev RR, Gordeeva AM, Cvjetinovic J, Gorin DA, Evlashin SA, Salimon AI, Senatov FS, Korsunsky AM. Hydrogel-Inducing Graphene-Oxide-Derived Core – Shell Fiber Composite for Antibacterial Wound Dressing //International Journal of Molecular Sciences. – 2023. – Т. 24. – №. 7. – С. 6255. doi: 10.3390/ijms24076255 574;
5. Kalinina DS, Lyakhovetskii VA, Gorskiy OV, Shkorbatova PY, Pavlova NV, Bazhenova EY, Sysoev YI, Gainetdinov RR, Musienko PE. Alteration of Postural Reactions in Rats with Different Levels of Dopamine Depletion //Biomedicines. – 2023. – Т. 11. – №. 7. – С. 1958. doi: 10.3390/biomedicines11071958;
6. Iliasov A., Starkov V., Gosteva E. Influence of Micro- and Nanoporous Silicon Layers with Different Depth and Pore Morphology on Contact Angle, Adhesion and Viability of Cells //Silicon. – 2023. – С. 1–5. doi: 10.1007/s12633-023-02300-1;

7. Karyagina AS, Orlova PA, Zhulina AV, Krivozubov MS, Grunina TM, Strukova NV, Nikitin KE, Manskikh VN, Senatov FS, Gromov AV. Hybrid implants based on calcium-magnesium silicate ceramic diopside as a carrier of recombinant BMP-2 and demineralized bone matrix as a scaffold: ectopic osteogenesis in intramuscular implantation in mice //Biochemistry (Moscow). – 2023. – Т. 88. – №. 8. – С. 1116–1125. doi: 10.1134/S0006297923080060;
8. Venkatraman SK, Krishnamurthy G, Choudhary R, Senatov F, Raghavendran HRB, Murali MR, Suresh TKA, Abraham J, Samuel S, Livingston A, Swamiappan S. Characterization of Sol – Gel Combustion Derived Akermanite and Merwinite for its Antibacterial Activity and Osteogenic Differentiation of Mesenchymal Stem Cells // Silicon. – 2023. – С. 1–12. doi: 10.1007/s12633-023-02362-1;
9. Lakshmi R, Choudhary R, Senatov F, Kaloshkin S, Kothandam S, Ponnamma D, Sadasivuni KK, Swamiappan S. Fabrication and bioactivity studies of wollastonite/polycaprolactone composites // International Journal of Nano and Biomaterials. – 2023. – Т. 10. – №. 2. – С. 86–99. doi: 10.1504/IJNBM.2023.132511;
10. Kudinova A, Grishin A, Grunina T, Poponova M, Bulygina I, Gromova M, Choudhary R, Senatov F, Karyagina A. Antibacterial and Anti-Biofilm Properties of Diopside Powder Loaded with Lysostaphin //Pathogens. – 2023. – Т. 12. – №. 2. – С. 177. doi: 10.3390/pathogens12020177.

Основные научно-технические показатели

- 15 статей в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus;
- 3 патента;
- 3 международных выставки, на которых были представлены экспонаты или стенды научных разработок с участием сотрудников подразделения;
- Более 10 конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения.

Оборудование

1. Экструзионный биопринтер Fabion

FABION – первый отечественный 3D-биопринтер оригинальной конструкции и дизайна для биопечати тканеинженерных структур, позволяющий точно распределять тканевые сфериоиды (биочернила) в последовательных слоях гидрогеля (биобумаге) согласно предварительно созданной объемной цифровой модели.



Биопринтер Fabion

2. Магнитный биопринтер Орган.Авт

Биопринтер, который обеспечивает сборку ткане-инженерных конструктов, основанную на левитации живых объектов в неоднородном магнитном поле. При этом само поле выполняет функции временной физической поддержки для материалов, подлежащих сборке и последующему слиянию.



Магнитный биопринтер Орган.Авт,

3. In situ биопринтеры на основе роборуки RoboPRO и на основе роборуки Kuka

In situ биопринтеры созданы для исследований поверхностных повреждений и способны обнаруживать и анализировать кожные или мягкотканые дефекты, формировать трехмерную модель поверхности и производить биопечать непосредственно в раневое ложе.



In situ биопринтеры на основе роборуки RoboPRO и на основе роборуки Kuka.

4. Тканевой пистолет

Ручное автономное устройство двухкомпонентной биопечати для лечения раневых поверхностей «Тканевой пистолет» предназначено для залечивания раневых дефектов и ускорения регенеративных процессов при поверхностных ранениях различной степени тяжести.



Тканевой пистолет.

Контактная информация

Кудан Елизавета Валерьевна, и.о. зав. лабораторией
тел.: +7(926)481-42-91, e-mail: kudan.ev@misis.ru, T219

НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ»



Голицын Лев Викторович,
директор центра
Эксперт РАН,
куратор реализации
СП «Цифровой бизнес»

В целях развития научной деятельности и повышения качества образования открылся Научно-образовательный центр «Цифровые решения» в рамках реализации СП «Цифровой бизнес».

Основными задачами Центра являются

1. Формирование лидирующего отраслевого центра компетенций по ИИ;
- 1.1. Формирование исследовательских команд из научных сотрудников, инженеров и индустриальных партнеров;
- 1.2. Подготовка специалистов в области ИИ по образовательным профильным дисциплинам: магистратура, аспирантура;
2. Проектная деятельность;
3. Участие в образовательной деятельности Университета, в том числе проведение лекций и семинаров;
- 3.1. Стимулирование технологического предпринимательства среди студентов.

Структура НОЦ «Цифровые решения»

1. ЦИБД (Центр исследования больших данных) – Разработка информационных систем и сервисов с применением технологий NLP и ML.
2. ЦИИ (Центр искусственного интеллекта) – Научно-исследовательская и проектная деятельность.
3. ЦИТС (Инфраструктурный центр по развитию интеллектуальных транспортных систем) – Разработка предложений по техническим решениям и внедрению комплексных систем мониторинга и управления потоками на транспорте.

Кадровый потенциал подразделения

5 ведущий эксперт научного проекта, 14 экспертов научного проекта, 4 лаборанта-исследователя. Из них: 3 доктора наук, 4 кандидата наук.

78,0 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

1. Приоритет 2030: Комплексный сервис CV (компьютерное зрение) для детекции статических и динамических объектов – 5,7 млн;
2. Приоритет 2030: Ансамбль открытых (open source) библиотек AGI в концепции LLM4Anything (большие языковые модели) – 53 млн;
3. Договор б\н : Разработка универсальной адаптивной системы разметки данных с использованием предразметки на базе нейросетевых языковых моделей и активного обучения – 19,3 млн.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Яковлев К., Подольский А., Боут А., Николенко С. И., Пионтковская И. GEC-DePenD: Non-Autoregressive Grammatical Error Correction with

Decoupled Permutation and Decoding, издание ACL'23, DOI 10.18653/v1/2023.acl-long.86;

2. Савченко А. В., Савченко Л. В. Three-way classification for sequences of observations, издание Information Science, DOI 10.18653/v1/2023.findings-acl.93;
3. Герасев М, Макаров И. А. Dealing with Sparse Rewards using Graph Neural Networks, издание IEEE Access, DOI 10.1109/ACCESS.2023.3305927;
4. Голядкин М. Макаров И. А. Robust Manga Page Colorization via Coloring Latent Space, издание ICCV, ISMAR, IEEE Access., DOI 10.1109/ACCESS.2023.3323216;
5. Си Ли, Макаров И. А., Киселев Д. Predicting Molecule Toxicity via Descriptor-based Graph Self-supervised Learning, издание IEEE Access, DOI 10.1109/ACCESS.2023.3308203;
6. Гаврилев Д, Макаров И. А. Fast Approximate Convex Hull Construction in Networks via Node Embedding, издание IEEE Access, DOI 10.1109/ACCESS.2023.3281337;
7. Индык И. Макаров И. А. MonoVAN: Visual Attention for Self-Supervised Monocular Depth Estimation, издание IEEE ISMAR, DOI 10.1109/ISMAR59233.2023.00138;
8. Лудинов А., Макаров И. А. SwiftDepth: An Efficient Hybrid CNN-Transformer Model for Self-Supervised Monocular Depth Estimation on Mobile Devices , издание IEEE ISMAR, DOI 10.1109/ISMAR-Adjunct60411.2023.00137;
9. Копылов В, Макаров И. А. Natural Language Processing for Author Style Detection, издание 2023 IEEE 23rd International Symposium on Computational Intelligence and Informatics (CINTI) DOI 10.1109/CINTI59972.2023.10381989;
10. Андреевский А, Макаров И. А. Complementing text embeddings with structural information, издание 2023 IEEE 23rd International Symposium on Computational Intelligence and Informatics (CINTI) DOI: 10.1109/CINTI59972.2023.10381932.

Основные научно-технические показатели

- количество статей в Scopus – 10;
- количество объектов интеллектуальной собственности – 3.

Основные научные результаты

В ходе выполнения работ 2023 года проекта Комплексный сервис CV (компьютерное зрение) для детекции статических и динамических объектов («Исследование эффективных алгоритмов классификации видео», «Исследование эффективных нейросетевых моделей классификации изображений для малоресурсных платформ (в том числе мобильных устройств)», «Разработка эффективного алгоритма классификации видеоданных на основе последовательного анализа и адаптивной частоты кадров»):

1. Проведен обзор и экспериментальное исследование наиболее известных и вычислительно эффективных алгоритмов распознавания действия на видео;
2. Разработан новый фреймворк для нейросетевого поиска архитектур для извлечения дескрипторов лиц, позволяющий получить высокоточную модель распознавания лиц для конкретной аппаратной платформы мобильного устройства. Разработан алгоритм эволюционного поиска подсетей, экспериментальное исследование которого демонстрирует преимущества предложенного подхода по сравнению с предсказанием точности модели из исходной Once-for-All SuperNet; разработанные алгоритмы достигают более высоких (по сравнению с мировыми аналогами) показателей эффективности идентификации лиц;

3. Использование последовательного анализа позволяет повысить скорость распознавания выражений лиц по сравнению с анализом всех кадров.

В ходе выполнения работ 2023 года проекта Ансамбль открытых (open source) библиотек AGI в концепции LLM4Anything (большие языковые модели) («Разработка библиотек и инструментов») была спроектирована и реализована микросервисная программная платформа (с возможностью масштабирования), обеспечивающая базовую инфраструктуру для интеграции моделей машинного обучения (в том числе, языковых моделей глубокого обучения) с сервисами интеллектуализации для построения непрерывного конвейера машинного обучения. При разработке архитектуры программного комплекса были учтены современные подходы к созданию приложений на основе микросервисной архитектуры; базовая функциональность построена на использовании системы контейнеров – функциональных единиц программного обеспечения, содержащих образ приложения совместно со всеми необходимыми для его работы зависимостями в том числе средой запуска, системными инструментами и конфигурациями. Данный подход обеспечивает возможность работы на высоком уровне абстракции; отдельного внимания заслуживают преимущества контейнеров, позволяющие снизить операционные расходы, связанные с разработкой

и эксплуатацией приложений, а также простотой миграций. Следование принципу «один контейнер – один сервис» позволяет добиться большей переиспользуемости образов, и более тонко масштабировать приложение. Связность контейнеров, зависящих друг от друга, определена при помощи инструментов оркестрации, контролирующих взаимодействие сервисов между собой посредством службы обмена сообщениями.

В ходе выполнения работ 2023 года проекта Разработка универсальной адаптивной системы разметки данных с использованием предразметки на базе нейросетевых языковых моделей и активного обучения (Технический проект, Рабочий проект 1 очередь) была произведена настройка параметров Системы разметки; были разработаны механизмы настройки метаданных документов для разметки, разработаны механизмы импорта справочников, реализовано взаимодействие с пользователем, разработан механизм задания количества участников-аннотаторов, занятых разметкой одного и того же фрагмента текста (размер перекрытия), разработан механизм задания порога метрики качества на тестовом задании для предоставления доступа к разметке актуальных данных, разработан механизмы выбора модели активного обучения, задания параметров обучения языковой модели, задания количества служебных атрибутов-ловушек, задания параметров автоматической разметки, кастомизации метаданных размечаемых документов, кастомизации интерфейса, кастомизации личных кабинетов пользователей, для реализации взаимодействия с пользователем разработан механизм геймификации, механизм отслеживания успехов и количества ошибок разметчика, механизм обучения, механизм ловушек; механизмов настройки ролевого доступа

и уведомлений, прототипирование личных кабинетов пользователей с разными правами ролевого доступа и функциональными возможностями; реализована имплементация сценариев разметки; разработан механизма классификации в режиме просмотра веб-просмотра документов с заполнением дополнительных атрибутов, механизм рецензирования экспертом, механизм табличного просмотра классифицированных документов. Операции по классификации предназначены для подготовки и уточнения наборов данных (списка документов с данными атрибутами) с целью дальнейшего использования в моделях машинного обучения; язык разметки должен соответствовать совокупности правил, формализующих и однозначно определяющих описание элементов документа. Для реализации механизмов имплементации сценариев разметки обеспечен доступ к функциональности активного обучения, обеспечивающих реализацию сценариев типа Membership Query Synthesis, Pool-Based Sampling, Stream-Based Selective Sampling (или аналогичных), обеспечена возможность использования нейросетевых языковых моделей типа BERT, RoBERTa (или аналогичных), обеспечивающих возможность обучения на подготовленных текстовых данных, обеспечение возможности применения нейросетевых языковых моделей для функционирования гибридной модели выделения сущностей, гибридной модели классификации, гибридной модели выявления отношений между сущностями.

Платформа студенческого технологического предпринимательства Университета МИСИС – Платформа трансфера научно-технических идей и достижений в реальный сектор экономики студенческими командами для поддержки развития предпринимательской экосистемы.

Контактная информация

Голицын Лев Викторович, директор центра НОЦ «Цифровые Решения»

e-mail: lv golitsyn@misis.ru

НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ



**Ховайло Владимир Васильевич,
заместитель директора
по научной работе,
д-р физ.-мат. наук**

Научно-образовательный центр энергоэффективности был создан в 2012 г. Сотрудники Центра разработали и внедрили в учебный процесс ряд новых образовательных курсов для специалистов в области энергоэффективных материалов и технологий. В частности, были разработаны курсы лекций «Энергоэффективные материалы и технологии» и «Наноструктурные термоэлектрики». Наряду с учебным процессом, сотрудники Центра принимают активное участие в выполнении научно-исследовательских работ в области исследований и разработок новых функциональных материалов и в оказании проектных, сервисных, консалтинговых и информационных услуг в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Основные направлениями научных исследований

- разработка наноструктурных термоэлектрических материалов с повышенной термоэлектрической добротностью;
- синтез и исследование структурных, магнитных и термоэлектрических свойств новых металлооксидных соединений;
- исследование материалов с топологически нетривиальными спиновыми структурами;
- полупроводниковые наноматериалы с особыми оптическими и электрическими свойствами;
- совершенствование технологий возобновляемой энергетики и систем управления накоплением и использования энергии.

Кадровый потенциал подразделения

В подготовке высококвалифицированных специалистов и в организации научно-исследовательской работы в Центре задействованы 4 доктора наук (д-р физ.-мат. наук Иванов О.Н., д-р физ.-мат. наук Соколовский В.В., д-р физ.-мат. наук Таскаев С.В., д-р физ.-мат. наук Ховайло В.В.) и 8 кандидатов наук (канд. физ.-мат. наук, Богач А.В., канд. физ.-мат. наук, Карпенков Д.Ю., канд. физ.-мат. наук, Середина М.А., канд. физ.-мат. наук Смирнов А.Ю., PhD Третьяков О.А., канд. физ.-мат. наук Усенко А.А., канд. физ.-мат. наук Япрынцев М.В.). Кадровая политика Центра нацелена на привлечение талантливых молодых исследователей – инженеров, аспирантов и студентов. В настоящее время в Центре работает 4 инженера, 4 аспиранта и 7 студентов, которые принимают активное участие в научно-исследовательской

работе под руководством ведущих научных сотрудников Центра.

Для создания высококвалифицированной научной среды к работе Центра были привлечены как отечественные (д-р физ.-мат. наук Иванов О.Н., д-р физ.-мат. наук Соколовский В.В., д-р физ.-мат. наук Таскаев С.В.), так и зарубежные (Prof. R. Chatterjee, IIT Delhi, India) ученые мирового уровня.

30,0 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

За последнее время сотрудниками научно-образовательного центра энергоэффективности НИТУ МИСИС были изучены несколько семейств термоэлектрических материалов, включая по-

ловинные сплавы Гейслера, кобальтиты, а также заполненные скуттерудиты. Среди полученных результатов можно отметить исследование термоэлектрических свойств Cr-замещенных кобальтитов

$\text{La}_{0.65}\text{Bi}_{0.20}\text{Sr}_{0.15}\text{CoO}_3$ во внешних магнитных полях. Было показано, что влияние магнитного поля может приводить к 5-кратному увеличению термоэлектри-

ческой добротности ZT при низких ($T < 50 \text{ K}$) в образце $\text{La}_{0.65}\text{Bi}_{0.20}\text{Sr}_{0.15}\text{Co}_{0.75}\text{Cr}_{0.25}\text{O}_3$.

Подготовка специалистов высшей квалификации

В 2023 г. 2 сотрудника НОЦ защитили магистерские диссертации.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Divya Prakash Dubey, M. K. Majee, Rie Y. Umetsu, V. Khovaylo, Ratnamala Chatterjee «Synergistic effect of lattice, electronic and magnetic modulations on the thermoelectric behaviour of Cr-substituted $\text{La}_{0.65}\text{Bi}_{0.20}\text{Sr}_{0.15}\text{CoO}_3$ » Journal of Materials Chemistry A 11, 25626 (2023); DOI: 10.1039/D3TA05088B;
2. M. Seredina, A. Bogach, D. Karpenkov, V. Kurichenko, E. Kolesnikov, S. Taskaev, R. Y. Umetsu, X. Xu, T. Inerbaev, V. Khovaylo «Magnetotransport properties of Mn_2CoSb » IEEE Transactions on Magnetics 59, 2600104 (2023); DOI: 10.1109/TMAG.2023.3313654;
3. A. G. Gamzatov, A. B. Batdalov, N. Z. Abdulkadirova, A. M. Aliev, V. V. Khovaylo, T. D. Thanh, N. T. Dung, S.-C. Yu «Giant magnetothermal anomalies and direct measurements of the magnetocaloric effect in $\text{Pr}_{0.7}\text{Sr}_{0.3-x}\text{Ba}_x\text{MnO}_3$ manganites» Journal of Alloys and Compounds 964, 171330 (2023); DOI: 10.1016/j.jallcom.2023.171330;
4. V. I. Mitsiuk, V. Khovaylo, A. V. Mashirov, T. Tkachenka, Z. Surowiec, M. Budzynski «Mössbauer study of the $\text{Mn}_1-x\text{Fe}_x\text{NiGe}$ system ($0.05 \leq x < 1.0$)» Journal of Physics and Chemistry of Solids 182, 111600 (2023); DOI: 10.1016/j.jpcs.2023.111600;
5. A. A. Bubnov, V. S. Belov, Y. V. Kargina, G. V. Tikhonowski, A. A. Popov, A. Yu. Kharin, M. V. Shestakov, A. M. Perepukhov, A. V. Syuy, V. S. Volkov, V. V. Khovaylo, S. M. Klimentov, A. V. Kabashin, V. Yu. Timoshenko «Laser-ablative synthesis of silicon-iron composite nanoparticles for theranostic applications» Nanomaterials 13, 2256 (2023); DOI: 10.3390/nano13152256;
6. Mohamed Asran Hassan, E. V. Chernyshova, E. V. Argunov, A. Khanina, D. Karpenkov, M. Seredina, F. Bochkanov, Samah K. Elshamndy, M. Gorshenkov, A. Voronin, V. Khovaylo, A. El-Khouly «Thermoelectric Properties of $\text{Hf}_{2-x}\text{TixFeNiSb}_2$ double-half Heusler alloys» Physica Scripta 98, 085913 (2023); DOI: 10.1088/1402-4896/ace1ad;
7. K. Scherbakova, A. Khanina, A. Novitskii, I. Serhiienko, A. Shubin, O. Ivanov, N. Repnikov, V. Khovaylo «Influence of MnTe inclusions on thermoelectric properties of Fe_2TiSn » MRS Advances 8, 693 (2023); DOI: 10.1557/s43580-023-00581-7;
8. Mohamed Asran Hassan, A. El-Khouly, E. M. Elsehly, Eman N Almutib, Samah K. Elshamndy, I. Serhiienko, E. A. Argunov, A. Sedegov, D. Karpenkov, D. Pashkova, M. Gorshenkov, A. Novitskii, A. Voronin, V. Kostishyn, V. Khovaylo, A. M. Adam «Transport and thermoelectric properties of melt spinning synthesized $\text{M}_2\text{FeNiSb}_2$ ($\text{M} = \text{Ti}, \text{Hf}$) double half Heusler alloys» Materials Research Bulletin 164, 112246 (2023); DOI: 10.1016/j.materresbull.2023.112246;
9. E. M. Elsehly, A. B. Alruqi, A. El-Khouly, V. Khovaylo, H. S. Alqannas, A. Hakamy, W. M. F. Abdel-Rehim, A. M. Adam «Thermoelectric performance of $\text{Fe}_2\text{AlV}/\text{CNT}$ -based alloys» Thermal Science 27, 389 (2023); DOI: 10.2298/TSCI221005194E;
10. A. Ivanova, A. Novitskii, I. Serhiienko, G. Guélou, T. Sviridova, S. Novikov, M. Gorshenkov, A. Bogach, A. Korotitskiy, A. Voronin, A. Burkov, T. Mori, V. Khovaylo «Thermoelectric properties of $\text{In}_1\text{Co}_4\text{Sb}_{12+\delta}$: role of in situ formed InSb precipitates, Sb overstoichiometry, and processing conditions» Journal of Materials Chemistry A 11, 2334 (2023); DOI: 10.1039/d2ta07625j.

Основные научно-технические показатели

- количество статей в Web of Science и Scopus с исключением дублирования: 26;
- в том числе в журналах из первого квартиля по направлению: 11.

Контактная информация

Кузнецов Денис Валерьевич, директор

Тел.: +7 (499) 237-22-26,

e-mail: dk@misis.ru

119049, Москва, Ленинский проспект, дом 4, стр. 1, ауд. Б-307, подр. № 517.

Ховайло Владимир Васильевич, заместитель директора по научной работе,

д-р физ.-мат. наук

e-mail: khovaylo@misis.ru

ЦЕНТР ИНФРАСТРУКТУРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И ПАРТНЕРСТВА MEGASCIENCE



Дубинин Михаил Николаевич,
руководитель центра,
д-р физ.-мат. наук

В центре Инфраструктурного взаимодействия и партнерства MegaScience Университета МИСИС реализуются научно-исследовательские работы в двух основных направлениях: инженерные решения для фундаментальной физики и прикладные исследования для научного производства, которые по большей части являются «диверсификацией» технологией и решений для построения экспериментов в физике высоких энергий. В рамках первого направления в 2023 году научной группой Университета МИСИС реализуются НИОКР по созданию и улучшению существующих детекторных технологий, используемых в экспериментах LHCb (подсистема ECAL, 17 человек), SHiP (8 человек) и SND@LHC (3 человека). Апробация в условиях, приближенным к реальным, технологий и инженерных решений, разрабатываемых научной группой, осуществляется с использованием исследовательской инфраструктуры экспериментов Европейской организации по ядерным исследованиям (CERN) LHCb и SND@LHC.

В рамках работ в эксперименте LHCb сотрудники Университета МИСИС выполняют широкий спектр задач, начиная от инженерных решений по развитию инфраструктуры детектора и заканчивая анализом экспериментальных данных, набранных детектором:

- Работы над обслуживанием и совершенствованием инфраструктуры детектора LHCb. Работы включают в себя обслуживание сетевой инфраструктуры, замену сетевых кабелей, кабелей питания и системы считывания подсистем детектора.
- Модернизация электромагнитного калориметра (ECAL) LHCb. Увеличение светимости Большого Адронного Коллайдера приведет к соразмерному увеличению радиационных нагрузок, что требует обновления центральной части ECAL (минимум 176 модулей регистрации). В рабочей группе по созданию прототипа обновленного модуля 9 сотрудников МИСИС, отвечающих за создание поглотителя калориметра (выбор технологии, подготовка образцов) и сборку прототипов, моделирование характеристик прототипа в инструментарии GEANT4, проведение экспериментальных исследований на пучках релятивистских частиц и анализ экспериментальных данных, а также планирование модернизации инфраструктуры детектора под условия увеличения числа считываемых каналов (роутинг кабелей питания и системы считывания, расположение считающей электроники в условиях ограниченного пространства, разборка и сборка калориметра).
- Работы над трековой системой LHCb. В подсистеме Upper Tracker (UT) трековой системы LHCb используются кремниевые микрополосковые детекторы, расположенные перед дипольным магнитом и окруженные областью

протон-протонного взаимодействия. Сотрудники университета работают над обновлением и обслуживанием системы измерения температуры и влажности в условиях высоки радиационных нагрузок по причине критичности указанных параметров среды для функционирования трекового детектора.

- Анализ экспериментальных данных. Поиск отклонений от Стандартной Модели является самым актуальным направлением исследований в физике элементарных частиц. Два аспиранта Университета МИСИС вовлечены в исследование таких распадов путём анализа данных, полученных на детекторе LHCb Большого адронного коллайдера. Проведены исследования параметра R_K нарушения лептонной универсальности для конечного состояния с К-мезоном и лептонной парой в области больших значений квадрата инвариантной массы лептонов $q^2 > 14.3 \text{ ГэВ}^2$, в других областях пока-завшего отклонение от предсказанного со статистической достоверностью до 3.1σ . Также аспиранты Университета МИСИС – ключевые участники анализа отношения вероятностей продолжительно поляризованных мод в распадах B_s^0 и B^0 в пару К-мезонов.

Для эксперимента SHiP сотрудники центра проводят моделирование магнитной системы, расчет магнитного поля и разработку технологии получения и сборки магнитной системы, оптимизацию формы магнита, выводящей высокоэнергетическую часть спектра мюонов и исключающей повторное

попадание низкоэнергетических мюонов в объем детектора. В настоящий момент ведется разработка и создание большой магнитной системы на основе тонких холоднокатанных анизотропных листов электротехнической стали и/или сверхпроводящей секции магнита.

Участие сотрудников центра MegaScience в эксперименте SND@LHC включает в себя работу с эмульсионным нейтринным детектором. Сотрудники университета отвечают за обслуживание детектора, обработку пластин и подготовку программного обеспечения для автоматизации процесса обработки данных с трековой системы, проведение тестовых испытаний и физическим анализом данных, и модернизацией сканирующего оборудования.

В рамках второго направления научная группа Центра инфраструктурного взаимодействия и партнерства MegaScience успешно адаптирует свои разработки, выполненные для больших установок, создаваемых для научных исследований в области физики высоких энергий, к запросам бизнеса, решая, в том числе, важные задачи технологического суперенитета. Так, решения для электромагнитного калориметра (подсистема ECAL LHCb), относящиеся к разработке конструкции и изготовлению тестовых модулей вольфрамовой матрицы методами аддитивных технологий для сужения электромагнитного ливня, сформированного после распада частиц в ускорителе БАК (Большого адронного коллайдера), технология нанесения покрытий для уменьшения шероховатости внутренних поверхностей матрицы, и комплексная технология сборки вольфрамовых пластин и высокотемпературной наплавки вольфрама в настоящее время нашли свое применения при создании высокотехнологичного оборудования российскими производителями, в том числе при создании медицинских и промышленных томографов.

Кроме этих технологий в портфеле инновационных решений центра MegaScience находятся: разработка нового поколения радиационностойких полупроводниковых детекторов, сборка и установка монитора измерения влажности в трековой системе LHCb, технология низкотемпературного аддитивного формирования изделий из тугоплавких материалов на основе CVD (реализована в виде химической газофазной инфильтрации CVI), а также получения композитов на их основе, методика неинвазивного мониторинга крупных промышленных, природных и культурных объектов. Так, CVD технология нанесения плотного и толстого (700 мкм) слоя вольфрама на медную подложку предложена корпорации как одна из возможных технологий для получения мишней для электронного пучка в новых высокоскоростных рентгеновских томографах, разрабатываемых на отечественной элементной и технологической базе. Новые наработки в области детекторов ионизирующего излучения, в основе которых лежат

соединения со структурой перовскита, также предложены для замены иностранных детекторов в разрабатываемом томографе. Развиваемые в центре MegaScience расчетные методы для моделирования больших электромагнитных систем в рамках эксперимента SHiP являются востребованными в расчете узлов высокотехнологичных изделий. В октябре 2023 года Университет МИСИС и ИФХЭ РАН заключили соглашение о создании научно-образовательного консорциума по реализации проекта «Низкотемпературная CVD технология аддитивного формирования изделий из тугоплавких материалов» в рамках реализации Программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030».

В настоящий момент Центр MegaScience выполнил несколько пилотных образцов печати антирассеивающей решётки из вольфрама для экспериментального образца детектора спирального компьютерного томографа (потенциальный заказчик АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ», работа выполняется в коллaborации с ПИШ МАСТ МИСИС).

Второе большое направление практической направленности, которое развивает Центр MegaScience – неинвазивное исследование внутренней структуры крупных природных промышленных культурных объектов. В целом ряде пилотных проектов уже получены важные результаты, в частности, в исследовании шахты Геофизической службы РАН и шинного стенда НИИ авиационной промышленности, при работе в цитадели Нарын-Кала (Дербент) и в Свято-Троицком Даниловом монастыре (работа отмечена престижной Макариевской премией, которую ведущему эксперту, профессору Университета МИСИС Полухиной Н.Г. вручали Митрополит Кирилл и Президент РАН). В 2023 году в Свято-Успенском Псково-Печерском монастыре обнаружены неизвестные ранее склепы и подземные коридоры. Результаты этой работы представлены на конференции ISCRA-2023 (International Symposium on Cosmic Rays and Astrophysics), НИЯУ МИФИ, 27–29 июня 2023) и на XXXII Международных Рождественских образовательных чтениях «Православие и отечественная культура: потери и приобретения минувшего, образ будущего», Псковский государственный университет, 8–10 декабря 2023 года. В 2024 году будут обработаны данные экспозиций детекторов начатого в 2023 году нового мюонографического эксперимента на острове Каменном на Кубенском озере (Усть-Кубенский район, Вологодская область). Объектами исследования являются подвалы Преображенского собора – одного из древнейших монастырей Русского Севера – Спасо-Каменного монастыря, взорванного в середине 1930-х годов и официально возрожденного в 2017 году. С сентября 2023 года Университет МИСИС в консорциуме с НИЯУ МИФИ начал реализацию проекта по созданию для социальных агломераций методики инновационного неинвазивного мониторинга внутренней структуры крупных объектов и геологических зон

на основе мюонографии с целью предупреждения и минимизации последствий возможных природных и техногенных катастроф.

Центр MegaScience Университета МИСИС получил одобрение старта пилотного проекта для исследования подземной структуры инфраструктурного объекта (кустовой площадки) компании Газпромнефть в условиях многолетне-мерзлых грунтов с помощью метода мюонной радиографии, ведется согласование коммерческого контракта. У Центра MegaScience есть опыт реализации проектов по этой тематике с компанией Газпромнефть – в 2021 году был успешно реализован проект на ректификационной колонне на Московском НПЗ в Капотне, принадлежащем компании Газпромнефть. Была продемонстрировавшая возможность использования мюонографии для мониторинга состояния внутренних контактных устройств.

Еще одним возможным направлением коммерциализации разработок Центра MegaScience является внедрение этих технологий, в частности, детекторных технологий, при строительстве установок класса MegaScience в России (NICA в ОИЯИ, Дубна, супер чарм-тау фабрика, Национальный центр

физики и математики, Саров), в частности большие перспективы быть востребованными имеются у технологий литья и аддитивного производства деталей сложной конфигурации, особенно из тугоплавких или низкоплавких материалов.

Большое внимание коллектив центра MegaScience уделяет формированию кадрового резерва. В составе исследовательской команды 8 аспирантов Университета МИСИС (научные руководители: профессор, д.ф.-м.н. Голутвин А.И., профессор, д.ф.-м.н. Дубинин М.Н., к.т.н. Диценко С.И., к.ф.-м.н. Карпенков Д.Ю.) и 1 магистр Физического факультета МГУ им. Ломоносова (руководитель к.ф.-м.н. Анохина А.М.). С сентября 2023 года центр MegaScience совместно с НИЯУ МИФИ и ТГУ реализует двухсеместровую образовательную программу «Новые технологии для поиска новых физических эффектов». Программа реализуется с привлечением лекторов как университетов участников (МИСИС, МИФИ, ТГУ), так и профессоров и исследователей из Европейской организации по ядерным исследованиям (CERN), Университета Неаполя им. Федерико II (University of Naples Federico II), Грузинского технического университета (GTU).

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. Dubinin, M.; Fedotova, E. Non-Minimal Approximation for the Type-I Seesaw Mechanism. *Symmetry* 2023, 15, 679. <https://doi.org/10.3390/sym15030679>;
2. N. Y. Agafonova et al Directional sensitivity of the NEWSdm experiment to cosmic ray boosted dark matter, *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*, 07 (2023) 067, DOI 10.1088/1475-7516/2023/07/067;
3. Polukhina, N.; Konovalova, N.; Shchedrina, T. The Scattering and Neutrino Detector at the Large Hadron Collider in CERN. *Physics* 2023, 5, 499–507. <https://doi.org/10.3390/physics5020035>;
4. R. Albanese et al. (SND@LHC Collaboration) *Phys. Rev. Lett.* 131, 031802, <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.131.031802>;
5. Burtebayev, N., Argynova, K., Chernyavskiy, M. M. et al. Investigation of Etching Modes of Heavy Ion Detectors Made of Phosphate Glass. *Bull. Lebedev Phys. Inst.* 50, 133–137 (2023). <https://doi.org/10.3103/S106833562304005X>;
6. Mukhamedshin, R.; Sadykov, T.; Serikkanov, A.; Argynova, A.; Iskakov, B.; Argynova, K.; Mahmet, H.; Novolodskaya, O.; Idrissova, T.; Zhukov, V; et al. Studies of Anomalous Phenomena in the Development of Electron-Nuclear Cascades in the EAS Cores Registered by a Modernized Complex Installation at Mountain Altitudes. *Appl. Sci.* 2023, 13, 2507. <https://doi.org/10.3390/app13042507>;
7. R. A. Shorkin, «Beam Composition Analysis Using a Single SHASHLIK-type Calorimeter Module», *Physics of Atomic Nuclei* 2023 vol. 86 No. 6 pp 1076–1079 ;
8. S. Kholodenko, Latest Results from Kaon Experiments at CERN, *Physics of Atomic Nuclei*, 2023, Vol. 86, No. 6, pp. 1301–1309, DOI: 10.1134/S1063778823060121;
9. Alexandrov, A. B., Vasina, S. G., Galkin, V. I. et al. A Noninvasive Muonography-Based Method for Exploration of Cultural Heritage Objects. *Phys. Part. Nuclei* 53, 1146–1175 (2022). <https://doi.org/10.1134/S1063779622060028>;
10. Т. Н. Букатин, Д. Ю. Карпенков, В. В. Душник и Д. В. Тен, Исследование влияния параметров фторидного процесса осаждения вольфрама на свойства вольфрамовых самокомпозитов, полученных методом химической пропитки из газовой фазы, № 5, том 88, 2024 г.

Контактная информация

Дубинин Михаил Николаевич, руководитель центра, д-р физ.-мат. наук
e-mail: dubinin@misis.ru

ЦЕНТР КВАНТОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ НТИ



Димитриенко Алексей
Александрович,
зам. директора центра

Центр квантовых коммуникаций Национальной технологической инициативы – ведущая научно-образовательная организация России, созданная при финансовой поддержке Фонда НТИ на базе Университета МИСИС, Российского Квантового Центра, а также ряда системообразующих образовательных, инновационных и промышленных предприятий, и развивающая такие высокотехнологичные направления, как квантовые коммуникации и квантовая криптография.

Стратегическая цель – создание долгосрочной структуры, обеспечивающей конвертацию фундаментальных исследований в прикладные, коммерческие продукты квантовых коммуникаций.

С 2018 года Центр НТИ ведет успешную научно-исследовательскую и образовательную деятельность, привлекая большое количество высококвалифицированных узкопрофильных специалистов, способных к решению поставленных задач и преодолению возникающих технологических барьеров.

Структура центра

- Лаборатория анализа практических уязвимостей систем квантовой криптографии и разработка методов ее сертификации;
- Лаборатория элементной базы квантовых коммуникаций;
- Лаборатория распределенных квантовых систем;
- Лаборатория теории квантовых коммуникаций;

- Лаборатория квантовых коммуникаций;
- Центр коллективного пользования НТИ;
- Проектный офис.

Штатная численность сотрудников Центра НТИ по состоянию на конец 2023 г. составляет более 100 человек (из них научно-технический персонал – более 90 %).

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

- «Система квантовой выработки ключа со скоростью более 1 Мбит/с для сетей связи высокой емкости» по заказу ОАО «РЖД»;
- «Разработка технологии создания охлаждаемой однофотонной видеокамеры видимого, телекоммуникационного и инфракрасного диапазона длин волн» (Шифр «Камера») по заказу Министерства промышленности и торговли Российской Федерации;
- «Разработка устройства квантового распределения ключей с использованием недоверенного центрального узла» по заказу ОАО «РЖД».

104,8 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

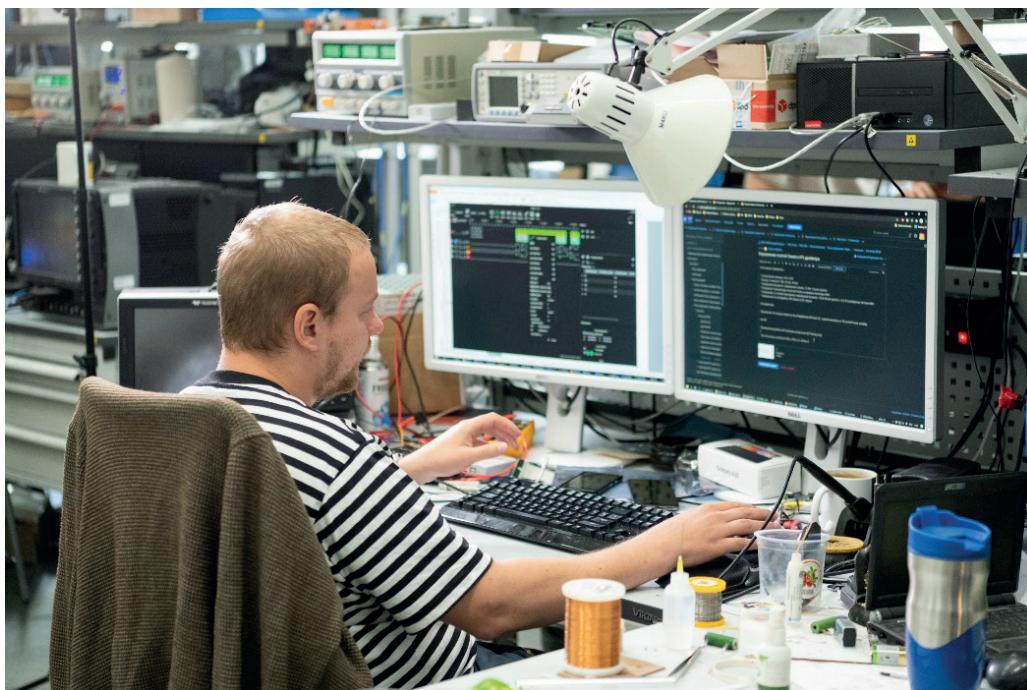
- Изготовлена оптическая схема системы квантового распределения ключа на основе волноводной техники, разработан опытный образец устройства квантового распределения ключа на основе волноводной техники и технический проект, проведены испытания опытного об-

разца, присвоена литера «О». Дополнительно исследована возможность создания квантового приемника на чипе в РФ. Создан и исследован макет компактной системы приготовления квантовых состояний во внутригородских сетях КРК. Разработаны и исследованы новые методы

- кодирования квантовых состояний с использованием оптической инжекции. Разработанная система предназначена для выработки квантовых ключей между блоком передачи, блоком приема и их распределения на аппаратуру потребителя;
2. Создан экспериментальный образец компактного устройства для генерирования и детектирования неклассических состояний света и технический проект. Разработанное устройство предназначено для возбуждения ансамблей и одиночных излучателей на основе одномерных и двумерных полупроводниковых материалов, таких как однослойные углеродные нанотрубки, которые могут являться источниками одиночных фотонов на телекоммуникационных длинах волн (1,3–1,6 мкм), монослой дильталкогиднов переходных металлов после внедрения

дефектов. Другие однофотонные аналоги, такие как флуоресцентные молекулы, азотно-замещенные вакансии алмаза или люминесцентные дефекты в двумерном нитриде бора также могут изучаться на данной установке. Диапазон длин волн возбуждения: 450–510 нм, 545–650 нм; детектирования: 450–1550 нм;

Установка может быть использована для демонстрации термальной бистабильности диэлектрических резонаторов, что может открыть перспективы для разработки устройств термальной памяти. Более того, универсальность установки для измерения отражения, фотолюминесценции и комбинационного рассеяния света в видимом диапазоне и ближнем инфракрасном открывают пути для тестирования оптических свойств для полупроводниковых 2D материалов, метаповерхностей и плазмонных наноструктур.



Подготовка специалистов высшей квалификации

Образовательные программы Центра НТИ реализуются на двух уровнях профессионального образования (высшее – магистратура и подготовка кадров высшей квалификации), а также в виде программ повышения квалификации (ДПО).

В 2023 году Центром НТИ создана и реализована новая программа ДПО «Классические и квантово-оптические фотонные интегральные схемы» в объеме 72 академических часов. Основная цель ДПО – подготовка специалистов, способных к созданию новых устройств на основе квантово-оптических технологий и обладающих знаниями и умениями, необходимыми для решения задач, имеющих

высокий потенциал коммерциализации. К реализации программы привлечены ведущие исследователи и практики Центра НТИ, имеющие значительный опыт реализации проектов в отрасли квантовых технологий. В процессе обучения слушатели узнают о физических методах создания и приема квантово-оптических сигналов, квантовых методах передачи и защиты информации, квантовой генерации случайных чисел, квантовых сетях и квантовом интернете. Программа включает посещение учебных и научных лабораторий, лекций, ознакомление с материально-техническим оснащением Университета, практику с использованием уникального оптического оборудования и программного обеспечения.

Основные научно-технические показатели

- 53 статьи в ведущих научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus;
- 6,5 – средний показатель TRL портфеля проектов Центра НТИ;
- 3 программы для ЭВМ, имеющих государственную регистрацию и правовую охрану в Российской Федерации.

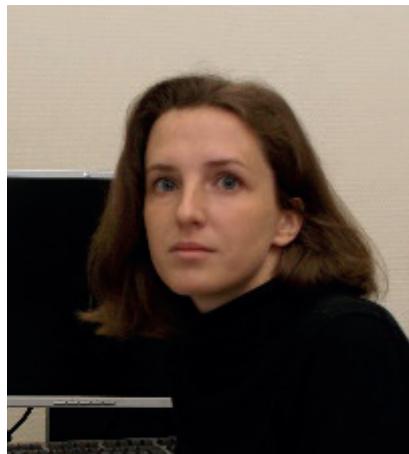
Контактная информация

Димитриенко Алексей Александрович, зам. директора центра

e-mail: nti@misis.ru

г. Москва, 2-й Донской пр., д. 9, стр. 3 (Дом-Коммуна НИТУ МИСИС)

ЦЕНТР КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЯ»



Табачкова Наталья Юрьевна,
директор центра,
канд. физ.-мат. наук

Центр коллективного пользования «Материаловедение и металлургия» научно-исследовательского профиля создан в 1998 г.

Основные цели и задачи ЦКП

- Обеспечение доступа исследователей к современной инфраструктуре сектора исследований и разработок на принципах режима коллективного пользования научным оборудованием;
- Повышение уровня научных исследований и качества образования путем формирования современных исследовательских комплексов, отвечающих мировым стандартам по техническим и эксплуатационным характеристикам приборного парка;
- Текущее содержание и развитие материально-технической базы путем дооснащения ЦКП приобретаемым современным прецизионным научным оборудованием для обеспечения и развития исследований в режиме коллективного пользования;
- Подготовка специалистов и кадров высшей квалификации (студентов, магистрантов, аспирантов, докторантов) на базе современного научного оборудования;
- Разработка новых и совершенствование существующих методов и методик научных исследований мирового уровня;
- Предоставление услуг сторонним организациям по использованию научного оборудования, развитие сферы услуг;
- Разработка и реализация мероприятий программы развития ЦКП.

В структуру ЦКП «Материаловедение и металлургия» входят лаборатории спектроскопических методов исследования, рентгеноструктурного анализа, электронной и атомно-силовой микроскопии, пробоподготовка.

Основные научные направления деятельности центра

Научно-исследовательская работа центра ведется по широкому кругу вопросов в области материаловедения, физической химии, технологии получения

и исследования (состав-структура-свойства) тонкопленочных структур, полупроводниковых, диэлектрических и наноматериалов, а также металлов.

30,0 млн руб.

Общий объем финансирования
научно-исследовательских
работ в 2023 году

Кадровый потенциал подразделения

Докторов наук – 1 чел., кандидатов наук: 6 чел., инженерно-технических работников – 4 чел.

Наиболее крупные проекты, выполненные в 2023 году

Грант Минобрнауки «Поддержка и развитие центров коллективного пользования научным оборудо-

дованием и уникальных научных установок»

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

1. Исследовано влияние облучения кластерными ионами аргона с энергиями 10 и 20 кэВ на состав кристаллов InSb, GaSb и электронную структуру углеродных материалов *in situ* в рентгеновском фотоэлектронном спектрометре VersaProbell. Показано, что облучение кластерными ионами аргона пластин InSb и GaSb при нормальном падении приводит к предпочтительному распылению сурьмы. Эффект селективности распыления проявляется сильнее при энергии пучков 10 кэВ. Эксперименты по облучению образцов пиролитического графита и алмазов кластерными ионами аргона с энергией 20 кэВ при нормальном падении показали, что электронная структура углерода не меняется в результате облучения: 100 % sp^2 – тип гибридизации в графите и 100 % sp^3 – тип в алмазе остаются неизменными;
2. Проведены исследования процессов окисления железа, обработанных пучком быстрых электронов (115 кэВ, 1 мА) в атмосфере влажного воздуха. Эксперименты по облучению проводили в условиях различной влажности. Получены данные о химическом составе окисленных слоев, о влиянии влажности на состав и толщину слоев. Исследована динамика дальнейшего окисления образцов железа при хранении на воздухе;
3. Исследовано влияние внутреннего поля пленок сегнетоэлектрического сополимера на основе винилиденфторида при легировании последнего молекулами порфирина на их оптические и электрофизические свойства. Для пленок с малой кристалличностью введение в матрицу молекул тетрафенилпорфирина вызывает интенсивное структурирование, связанное с вытеснением дефектов в аморфную фазу и особенно в поверхность. Сегнетоэлектрические свойства рассматриваемого сополимера изучали методом силовой микроскопии пьезоотклика. Отмеченные процессы структурирования сопровождаются заметным повышением шероховатости поверхности формирующихся пленок. Исследование сегнетоэлектрического гистерезиса показало, что он заметно выражен только при использовании схемы измерения «не в поле». Для схемы измерения «в поле» гистерезис практически не выявлен, но значения локального пьезокоэффициента d_{33} достигают 400 пм/В. Отмеченные явления объяснены на основе двухфазной модели кристаллизующегося полимера, где доля аморфной фазы может достигать значений 0,8;
4. Исследовано влияния высокотемпературной термообработки в разных средах на фазовый состав, микротвердость и вязкость разрушения

кристаллов $(ZrO_2)_{1-x}(Sm_2O_3)_x$ при $x = 0,02 \div 0,06$, выращенных методом кристаллизации из расплава в холодном контейнере и прошедших термообработку при температуре 1600 °C в течение 2 ч на воздухе и в вакууме. Показано, что катионы самария входят в решетку ZrO_2 преимущественно в трехвалентном зарядовом состоянии и не меняют своего зарядового состояния после отжига на воздухе и в вакууме. Изменение фазового состава после отжига наблюдали во всех кристаллах, кроме состава $(ZrO_2)_{0,94}(Sm_2O_3)_{0,06}$. После отжига на воздухе и в вакууме кристаллы $(ZrO_2)_{1-x}(Sm_2O_3)_x$ при $0,002 \leq x \leq 0,05$ содержали моноклинную фазу. В кристаллах $(ZrO_2)_{0,94}(Sm_2O_3)_{0,06}$ присутствовали две тетрагональные фазы t и t' с разной степенью тетрагональности. После отжига кристаллов $(ZrO_2)_{0,94}(Sm_2O_3)_{0,06}$ на воздухе и в вакууме изменение параметров решетки фаз t и t' имеет разнонаправленный характер, что приводит к увеличению степени тетрагональности t -фазы и уменьшению степени тетрагональности t' -фазы. Изменение микротвердости и вязкости разрушения кристаллов связано с изменением фазового состава кристаллов после отжига и зависит от концентрации Sm_2O_3 в твердых растворах. Образование моноклинной фазы в кристаллах $(ZrO_2)_{1-x}(Sm_2O_3)_x$ при $0,037 \leq x \leq 0,05$ приводит к существенному уменьшению значений микротвердости и вязкости разрушения кристаллов. Для кристаллов $(ZrO_2)_{0,94}(Sm_2O_3)_{0,06}$ отжиг обуславливает более эффективное действие механизмов упрочнения и, таким образом, увеличение вязкости разрушения. Показано, что для кристаллов $(ZrO_2)_{0,94}(Sm_2O_3)_{0,06}$ отжиг на воздухе и в вакууме приводит к повышению значений вязкости разрушения кристаллов в 1,5 раза по сравнению с ростовыми кристаллами;

5. Проведено исследование прочностных характеристик и термоэлектрических свойств среднетемпературных поликристаллических образцов р- и н-типа проводимости $PbTe$ и $Sn_{0,9}Pb_{0,1}Te$ соответственно. Образцы получали методами экструзии и искровым плазменным спеканием. Исследование механических характеристик образцов н- и р-типа проводимости в широком диапазоне температур от 20 до 500 °C показало, что деформация является пластической без признаков хрупкого разрушения. Для таких пластичных материалов за критерий прочности принимали условный предел текучести, соответствующий напряжению при деформации 0,2 %. Для $PbTe$ и $Sn_{0,9}Pb_{0,1}Te$ предел текучести при 20 °C был значительно выше у образцов, полученных методом экструзии. Независимо от температуры и метода получения образцы

$\text{Sn}_{0.9}\text{Pb}_{0.1}\text{Te}$ были прочнее, чем PbTe . Образцы PbTe и $\text{Sn}_{0.9}\text{Pb}_{0.1}\text{Te}$, полученные методом экструзии, обладают более высокими термоэлектрическими свойствами, чем образцы, полученные

искровым плазменным спеканием. При этом теплопроводность образцов PbTe и $\text{Sn}_{0.9}\text{Pb}_{0.1}\text{Te}$ практически не зависела от способа компактирования.

Список основных публикаций подразделения за 2023 год

1. I. S. Filimonenkov, S. A. Urvanov, N. V. Kazennov, A. R. Karaeva, E. A. Skryleva, I. G. Solomonik, N. I. Batova, D. Zh. Kurzhumbaev, G. A. Tsirlina, V. Z. Mordkovich, Wet oxidative functionalization of carbon nanotube cloth to boost its performance as a flexible supercapacitor electrode // *Electrochimica Acta* 437 (2023) 141501, <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2022.141501>;
2. R. H. Bagramov, V. P. Filonenko, I. P. Zibrov, E. A. Skryleva, B. A. Kulnitskiy, V. D. Blank and V. N. Khabashesku, Magnetic Nanoparticles with Fe-N and Fe-C Cores and Carbon Shells Synthesized at High Pressures // *Materials* 22 (2023) 7063, <https://doi.org/10.3390/ma16227063>;
3. S. V. Dubkov, D. V. Novikov, H. V. Bandarenka, A. A. Burko, A. Y. Trifonov, L. S. Volkova, P. A. Edelbekova, E. A. Lebedev, E. A. Skryleva, D. G. Gromov, Express formation and characterization of SERS-active substrate from a non-degradable Ag-Nb-N-O film // *Applied Surface Science* 645 (2024) 158682, <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2023.158682>;
4. V. V. Kochervinskii, M. A. Gradova, O. V. Gradov, A. I. Sergeev, A. V. Lobanov, E. L. Buryanskaya, T. S. Ilina, D. A. Kiselev, I. A. Malyshkina, G. A. Kirakosyan. Optical and Electrophysical Properties of Vinylidene Fluoride/Hexafluoropropylene Ferroelectric Copolymer Films: Effect of Doping with Porphyrin Derivatives // *Nanomaterials* 13 (2023) 564, <https://doi.org/10.3390/nano13030564>;
5. S. Grigoriev, A. Vereschaka, V. Uglov, F. Milovich, N. Cherenda, N. Andreev, M. Migranov, A. Seleznev. Influence of tribological properties of Zr-ZrN-(Zr,Cr,Al)N and Zr-ZrN-(Zr,Mo,Al)N multilayer nanostructured coatings on the cutting properties of coated tools during dry turning of Inconel 718 alloy // *Wear* 512–513 (2023) 204521, <https://doi.org/10.1016/j.wear.2022.204521>;
6. S. Grigoriev, A. Vereschaka, V. Uglov, F. Milovich, V. Tabakov, N. Cherenda, N. Andreev, M. Migranov. Influence of the tribological properties of the $\text{Zr},\text{Hf}-(\text{Zr},\text{Hf})\text{N}-(\text{Zr},\text{Me},\text{Hf},\text{Al})\text{N}$ coatings (where Me is Mo, Ti, or Cr) with a nanostructured wear-resistant layer on their wear pattern during turning of steel // *Wear* 518–519 (2023) 204624, <https://doi.org/10.1016/j.wear.2022.204624>;
7. M. E. Karaeva, D. O. Savinykh, A. I. Orlova, A. V. Nokhrin, M. S. Boldin, A. A. Murashov, V. N. Chuvil'deev, V. A. Skuratov, A. T. Issatov, P. A. Yunin, A. A. Nazarov, M. N. Drozdov, E. A. Potanina, N. Y. Tabachkova. (Na, Zr) and (Ca, Zr) Phosphate-Molybdates and Phosphate-Tungstates: II – Radiation Test and Hydrolytic Stability // *Materials* 3 (2023) 965, <https://doi.org/10.3390/ma16030965>;
8. M. E. Karaeva, D. O. Savinykh, A. I. Orlova, S. A. Khainakov, A. V. Nokhrin, M. S. Boldin, S. Garcia-Granda, A. A. Murashov, V. N. Chuvil'deev, P. A. Yunin, A. A. Nazarov, N. Y. Tabachkova. (Na, Zr) and (Ca, Zr) Phosphate-Molybdates and Phosphate-Tungstates: I – Synthesis, Sintering and Characterization // *Materials* 3 (2023) 990, <https://doi.org/10.3390/ma16030990>;
9. S. Grigoriev, A. Vereschaka, F. Milovich, N. Sitnikov, J. Bublikov, A. Seleznev, C. Sotova, A. Rykunov. Investigation of the Properties of Multilayer Nanostructured Coating Based on the $(\text{Ti},\text{Y},\text{Al})\text{N}$ System with High Content of Yttrium // *Coatings* 2 (2023) 335, <https://doi.org/10.3390/coatings13020335>;
10. A. A. Aleksandrov, A. I. Orlova, D. O. Savinykh, M. S. Boldin, S. A. Khainakov, A. A. Murashov, A. A. Popov, G. V. Shcherbak, S. Garcia-Granda, A. V. Nokhrin, V. N. Chuvil'deev, N. Y. Tabachkova. Spark Plasma Sintering of Ceramics Based on Solid Solutions of $\text{Na}_{1+2x}\text{Zr}_{2-x}\text{Cox}(\text{PO}_4)_3$ Phosphates: Thermal Expansion and Mechanical Properties Research // *Ceramics* 1 (2023) 278–298, <https://doi.org/10.3390/ceramics6010017>.

Основные научно-технические показатели

- публикаций в российских научных журналах из списка ВАК – 3;
- конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения – 2;
- в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus, – 51 (из них Q1 и Q2 – 45);

Контактная информация

Табачкова Наталия Юрьевна, директор ЦКП, канд. физ.-мат. наук.
тел.: +7 (495) 638-45-46;
e-mail: ntabachkova@misis.ru; voronova.mi@misis.ru

VIII. ФИЛИАЛЫ ГУБКИНСКИЙ ФИЛИАЛ



**Кожухов Алексей
Александрович, директор
филиала, д-р техн. наук**

Губкинский филиал НИТУ МИСИС был создан на основании приказа Министерства образования и науки Российской Федерации № 1037 от 24 октября 2017 года. ГФ НИТУ МИСИС является ключевым вузом Белгородской области, где осуществляется подготовка кадров для предприятий горно-металлургического кластера региона, таких как: АО «Лебединский ГОК», АО «Стойленский ГОК», АО «Комбинат КМАруда», ООО «Яковлевский ГОК», по наиболее востребованным и перспективным специальностям и направлениям подготовки, а именно 21.05.04 Горное дело (специализации: горно-геологические информационные системы; электротехнические системы, машины и оборудование горных предприятий; подземная разработка рудных месторождений, обогащение полезных ископаемых, горные машины и оборудование, электрификация и автоматизация горного производства, открытые горные работы, электротехнические системы, машины и оборудование горных предприятий, горно-геологические информационные системы), 20.03.01 Техносферная безопасность (профиль программы: безопасность технологических процессов и производств, инженерная защита окружающей среды).

Область и направления научных исследований

Обогащение полезных ископаемых, Ресурсосберегающие и энергоэффективные технологии добычи и переработки минерального сырья, Реверс-инжиниринг – обратное проектирование деталей и узлов сложного технологического оборудования и внедрения их производство от анализа детали до выпуска рабочей конструкторской документации.

Участие в федеральных, ведомственных, международных и других научно-исследовательских программах: Проект РФФИ 20-011-00402 – «Об истории качественных методов, как основы математического аппарата нелинейных систем (исследования в СССР в 1920-1960-е гг.)»

1. Опыт участия в крупных проектах, выполняемых по федеральным, международным программам и для реального сектора экономики:

2. Повышение качества выполнения геофизических работ и интерпретации их результатов на стадии эксплуатационной разведки для АО «Лебединский ГОК»;
3. Оценка эффективности применения флотационного метода обогащения в условиях АО «Комбинат КМАруда»;
4. Научно-технические услуги по разработке рабочей конструкторской документации для АО «ОЭМК им. А.А. Угарова» и АО «Лебединский ГОК»;
5. Научно-технические услуги по разработке оценочных материалов для ООО «Яковлевский ГОК».

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

Проведены работы по разработке рабочей конструкторской документации для АО «Лебединский ГОК» (Договор № 04600 от 25.09.2023 г. с ООО «Городской институт проектирования металлургических заводов»).

7,7 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Основные научно-технические показатели

- Количество публикаций в Web of Science, Scopus – 9;
- Количество публикаций в журналах ВАК – 15;

- Количество публикаций в РИНЦ – 71;
- Количество монографий – 1;
- Количество всероссийских и международных научных конференций, в которых приняли участие студенты и сотрудники филиала – 12;
- Доклады на научных конференциях и семинарах всех уровней (в том числе студенческих), всего – 21;
- Количество научных публикаций студентов – 33.

Контактная информация

Кожухов Алексей Александрович, директор филиала, д-р техн. наук

тел.: +7 (47241) 5-51-83

e-mail: gf@misis.ru

<https://gf.misis.ru/>

309186, Белгородская область, г. Губкин, ул. Комсомольская, д. 16

НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ



**Котова Лариса Анатольевна,
директор филиала**

Новотроицкий филиал НИТУ МИСИС является единственным высшим учебным заведением Оренбургской области, осуществляющим подготовку инженерных кадров metallurgicalной направленности. По итогам 2023 года стал лидером в рейтинге мониторинга эффективности среди 17 вузов и филиалов региона.

Филиал ведет подготовку бакалавров по 8 направлениям. В 2023 году по направлениям подготовки «Металлургия» и «Технологические машины и оборудование» осуществлен первый набор обучающихся по новым профилям подготовки бакалавров в области технологии и оборудования обработки металлов давлением. Таким образом, филиал осуществляет образовательную деятельность одновременно по 10 профилям подготовки.

Высокий уровень подготовки выпускников филиала гарантирует их востребованность промышленными предприятиями России. Выпускники НФ НИТУ МИСИС успешно работают на таких крупных промышленных предприятиях, как «Уральская Сталь», «Северсталь», «ММК», «НЛМК», «МЕЧЕЛ», «Тулачертмет», «ЧТПЗ», «КАМАЗ», «ВМЗ», «ОМЗ-Сталь», «Аккерманн-цемент», «Медногорский медносерный комбинат», «Гайский горно-обогатительный комбинат» др.

Учебно-административным сопровождением образовательной деятельности занимается факультет metallurgicalических технологий, в составе которого действуют четыре выпускающих кафедры: математики и естествознания, metallurgicalических технологий и оборудования, электроэнергетики и электротехники, гуманитарных и социально-экономических наук. К учебному процессу привлечено 63 преподавателя, в том числе 3 с ученой степенью доктора и 48 – кандидата наук.

В своей работе, коллектив филиала опирается на научно-методический потенциал НИТУ МИСИС,

а с целью обеспечения практико-ориентированности процесса обучения, активно использует производственно-технологическую базу таких крупных промышленных предприятий региона как АО «Уральская Сталь», ООО «АККЕРМАНН-ЦЕМЕНТ», ЗАО «Рифар», АО «Оренбургские минералы» и др. В НФ НИТУ МИСИС действуют 17 специализированных лабораторий, оснащенных современным оборудованием и приборами, что способствует достижению высокого уровня усвоения знаний и реализации научного потенциала студентов и преподавателей.

Область и направления научных исследований

1. На кафедре metallurgicalических технологий и оборудования (заведующий кафедрой – Шаповалов А.Н., канд. техн. наук, доцент) ведутся научные разработки ресурсо- и энергосберегающих технологий metallurgicalических производств, технологий аддитивного производства, а также исследования в области повышения надежности и долговечности деталей metallurgicalических машин.
2. На кафедре электроэнергетики и электротехники (заведующая кафедрой – Мажирина Р.Е., канд. пед. наук, доцент) ведется разработка систем бездатчикового управления асинхронными двигателями при помощи инжекции высокочастотного сигнала, и изыскания по устранению динамических моментов в прокатной клети КВАРТО.
3. Преподавателями кафедры математики и естествознания (зав. кафедрой – Швалева А.В., канд. пед. наук, доцент) проводятся исследования в области развития профессиональной направленности личности студентов технических специальностей, а также изыскания в области совершенствования технологии коксохимического производства.
4. Основным научным направлением, развивааемым на кафедре гуманитарных и социально-экономических наук (заведующая кафедрой – Измайлова А.С., канд. экон. наук, доцент), является формирование рыночных стратегий развития предприятий, разработка новых и адаптация существующих методов, механизмов и инструментов функционирования хозяйствующих субъектов.

Тематика наиболее значимых научных исследований, реализованных в рамках хоздоговорных работ

- «Исследование эффективности предварительного известкования железорудного концентратра известью и оценка противоморозного эффекта»;
- «Исследование эффективности применения новых видов магнезиальных компонентов в агломерационной шихте»;
- «Оценка фактического качества и металлургической ценности используемых компонентов металлошихты с целью разработки технологических рекомендаций по повышению эффективности выплавки стали в ДСП»;
- «Разработка технологических направлений производства магниевых материалов в условиях АО «НЗХС».

10,8 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2023 году

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2023 г.

Наиболее значимые результаты научных исследований сотрудников Филиала в области агломерационного производства были получены в ходе выполнения комплекса лабораторных исследований для Новолипецкого металлургического комбината. Полученные результаты исследований позволили сформулировать ряд технических и технологических рекомендаций по совершенствованию технологии производства агломерата, в части использования извести и магнийсодержащих компонентов агломерационной шихты.

В области сталеплавильного производства наиболее значимым научным достижением стали результаты исследования фактического качества и металлургической ценности используемых компонентов металлошихты с целью разработки технологических рекомендаций по повышению эффективности выплавки стали в условиях электросталеплавильного цеха АО «Уральская Сталь».

Новой областью научных изысканий сотрудников Филиала стало исследование технологических направлений производства магниевых материалов, проводимое по заказу Новотроицкого завода хромовых соединений.

Всего за 2023 год студенты филиала совместно с преподавательским составом приняли участие в 12 конференциях различных уровней, по результатам которых было опубликовано 132 исследовательские работы. При непосредственном участии преподавательского состава филиала за 2023 год было издано 96 научных публикаций, из которых 20 публикаций в журналах, рекомендованных ВАК, в том числе 13 статей в изданиях из категории К1. В периодических

изданиях, индексируемых в международных научометрических системах Web of Science и Scopus, опубликовано 10 статей, из которых 7 статей в журналах, входящих в 1 и 2 квартиль Scopus.

Научные достижения преподавателей филиала были отмечены персональными стипендиями губернатора Оренбургской области. Студенты филиала стали победителями конкурса «Научный слэм», проводимого в рамках фестиваля творчества «Студенческая весна на Николаевской – 2023», а также призерами Международного конкурса научно-исследовательских работ «Старт в науке – 2023» и Всероссийского конкурса научно-исследовательских работ «Математика и математическое моделирование».

В 2023 году на базе Новотроицкого филиала НИТУ МИСИС проведено две конференции: Всероссийская научно-техническая конференция «Наука и производство Урала» (апрель 2023 г) и Межрегиональная научная конференция «Наука – это ты!» (май 2023 г). По результатам работы конференций опубликованы сборники научных трудов. Кроме того, в 2023 году стартовал проект «Образовательно-Производственные Группы», в первом сезоне которого приняло участие более 150 студентов Филиала. В ходе реализации проекта его участники встретились с руководителями цехов и управлений АО «Уральская Сталь», узнали современное состояние и перспективы прокатного, доменного, электросталеплавильного, агломерационного и коксохимического производства, посетили производственные площадки комбината, а самое главное – погрузились в решение производственных задач – проектную работу.

Контактная информация

Котова Лариса Анатольевна, директор филиала

тел.: +7 (3537) 67-97-29,

e-mail: nf@misis.ru

Адрес: 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д. 8.

СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА



Боева Анна Вячеславовна,
директор филиала,
канд. пед. наук

Старооскольский технологический институт имени А.А. Угарова – один из крупнейших научно-образовательных центров Белгородского региона в области металлургии, машиностроения, автоматизации производственных процессов и информационных технологий.

Основные научные направления деятельности СТИ НИТУ МИСИС

- теоретические, методологические и практические аспекты совершенствования механизмов развития социально-экономических систем;
- новые металлические сплавы различного назначения;
- новые технологии рационального природопользования, ресурсо- и энергосберегающие технологии;
- технологии упрочнения и восстановления изношенных деталей машин и агрегатов;

- интеллектуальные системы управления технологоческими процессами и производствами;
- современные информационные технологии, базирующиеся на методах искусственного интеллекта, нейронных сетях, мультиагентных технологиях;
- робототехника;
- энергосберегающие и энергоэффективные технологии, в том числе технологии преобразования тепловой энергии в электрическую энергию;
- аддитивные технологии.

Инновационная и научная инфраструктура СТИ НИТУ МИСИС

- научно-исследовательская лаборатория «Горно-металлургические технологии»;
- научно-исследовательская лаборатория «Интеллектуальные системы управления в агропромышленном комплексе»;
- научно-исследовательская лаборатория «Интеллектуального управления горно-металлургическими процессами»;
- сталеплавильная научно-техническая лаборатория;
- научно-техническая лаборатория восстановления и упрочнения деталей горного и металлургического оборудования;
- центр конструирования и 3D моделирования;
- центр инновационного консалтинга;
- технопарк.

В 2023 году учеными СТИ НИТУ МИСИС с успехом решены научные задачи для крупнейших предпри-

ятий и организаций Центрального региона России. Коллективом филиала оказан большой спектр научно-технических услуг и выполнены научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области металлургии, машиностроения, информационных технологий.

Успешное развитие науки в СТИ НИТУ МИСИС, основанное на большом научном потенциале ученых института, на научной кооперации с научными коллективами НИТУ МИСИС, с индустриальными партнерами, на существующей научной инфраструктуре позволили достичь значимых результатов:

в области металлургии
Разработан метод повышения обрабатываемости

32 млн руб.

Общий объем финансирования
научно-исследовательских
работ в 2023 году

резанием конструкционных низколегированных сталей, обработанных кальцием (без добавок теллура, селена, свинца и т.п.) за счет модификации сульфидных включений.

в области упрочнения

Подобраны и разработаны новые материалы для восстановления методом наплавки под сло-

ем флюса, обеспечивающих повышение стойкости к износу гребней колесных пар электровозов АО «Лебединский ГОК».

в области автоматизации технологических процессов Продолжена работа над разработкой комплексного метода определения режима работы металлургического агрегата «стальковш-промковш».

Важнейшие достижения СТИ НИТУ МИСИС в научных исследованиях в 2023 году

1. Кафедра metallургии и металловедения им. С.П. Угаровой (заведующий кафедрой – д-р техн. наук, доцент Кожухов А.А.):
 - «Подбор химического состава и режимов прокатки арматуры класса Ac500C с повышенными эксплуатационными свойствами» с НИЦ «Строительство». Стоимость работ в 2023 году составила 1,1 млн. руб.;
 - «Проведение анализа и разработки технологических приемов глубокой десульфурации высококремнистого расплава с целью обеспечения содержания серы в готовой стали на уровне не более 0,0015 %. с ПАО «НЛМК». Стоимость работ в 2023 году составила 1,2 млн. руб.;
 - «Исследование способов рециклинга или реализации попутно образующейся железосодержащей продукции АО «Лебединский ГОК» (шламы, отсев) для АО «Лебединский ГОК» с АО «Лебединский ГОК». Стоимость работ в 2023 году составила 500 тыс. руб.;
 - «Разработка технологии производства автоматных сталей (не содержащих свинца) за счет модификации сульфидных включений» с АО «ОЭМК». Стоимость работ в 2023 году составила 200 тыс. руб.;
 - «Оценка эффективности использования железосодержащего клинкера как источника оксидов железа для формирования шлака в дуговой сталеплавильной печи» с ООО «Цинкум». Стоимость работ в 2023 году составила 320 тыс. руб.;
 - «Оценка влияние добавок железосодержащего клинкера на спекание горячебрикетированного железа (ГБЖ) при его нагреве до температур плавления» с ООО «Цинкум». Стоимость работ в 2023 году составила 320 тыс. руб.;
 - «Разработка химического состава стали класса прочности К60» с ООО «Белэнергомаш-БЗЭМ». Стоимость работ в 2023 году составила 740 тыс. руб.
2. Кафедра автоматизированных и информационных систем управления (заведующий кафедрой – канд. техн. наук, доцент Полещенко Д.А.):

Сотрудник кафедры, кандидат технических наук, Цыганков Юрий Александрович в 2023 году продолжил работу над грантом РНФ на тему «Разработка комплексного метода определения режима работы металлургического агрегата «стальковш-промковш». Стоимость работ в 2023 году составила 1,3 млн. руб. Также в 2023 году, сотрудниками кафедры автоматизированных и информационных систем управления выполнено Государственное задание на сумму 749,9 тыс. руб.

3. Кафедра технологии и оборудование в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта (заведующий кафедрой – канд. техн. наук, доцент Макаров А.В.):
 - «Разработка технологических карт и проектов производства работ для АО «Лебединский ГОК» с АО «Лебединский ГОК». Стоимость работ в 2023 году составила 2,7 млн. руб.;
 - «Проверка норм трудозатрат по ремонту и обслуживанию оборудования АО «Стойленский ГОК» с АО «Стойленский ГОК». Стоимость работ в 2023 году составила 2,16 млн. руб.;
 - «Разработка технологических карт и проектов производства работ для АО «Стойленский ГОК» с АО «Стойленский ГОК». Стоимость работ в 2023 году составила 10,8 млн. руб.;
 - «Разработка документации по объекту «АО Лебединский ГОК». Цех горячебрикетированного железа» с ООО «Городской институт проектирования метзаводов». Стоимость работ в 2023 году составила 2 млн. руб.;
 - «Разработка технологических карт» с АО «ОЭМК». Стоимость работ в 2023 году составила 1 млн. руб.
 - «Разработка технологий упрочнения формообразующих элементов комплекта штамповой оснастки» с ООО СОИЗ «ЭРА». Стоимость работ в 2023 году составила 60 тыс. руб.;
 - «Подбор или разработка новых материалов для восстановления методом наплавки под слоем флюса, обеспечивающих повышение стойкости к износу гребней колесных пар

электрозвозов». Стоимость работ в 2023 году составила 1,9 млн. руб.

В рамках деятельности развёрнутого в Белгородской области Научно-образовательного центра мирового уровня «Инновационные решения в АПК» СТИ НИТУ МИСИС совместно с рядом вузов и индустриальных партнеров реализует проект «Технические решения и организация производства наноструктурных стимуляторов роста и средств защиты растений на основе наночастиц металлов». Проводимые лабораторные и полевые исследования направлены на повышение урожайности распространенных сельскохозяйственных культур (пшеница, ячмень, соя) и их защиты от вредителей. Реализация данного проекта по созданию отечественных, экологически безопасных фитопротекторов и стимуляторов роста сельскохозяйственных культур внесет существенный вклад в импортозамещение в сфере

средств агрохимии, а также в сохранение экологического благополучия регионов.

Помимо этого, в рамках платформы «НПП 2 «Селекционно-генетические исследования, клеточные технологии и генная инженерия (в области растениеводства)» реализуется новый технологический проект полного цикла – «Разработка интеллектуальной экосистемы сопровождения производства сельскохозяйственных культур». Проект позволит через применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) поддерживать высокую эффективность сельскохозяйственного производства, минимизируя выезд на поля экспертных групп. Это соответствует одному из основных трендов развития сельскохозяйственной отрасли – цифровизации, включающей разработку систем геоинформационного мониторинга агропромышленного производства и создание интеллектуальных систем поддержки принятия решений сельхозпроизводителя.

Основные научно-технические показатели СТИ НИТУ МИСИС

- на базе института проведены 2 всероссийские конференции, в которых приняло участие более 420 человек;
- опубликовано более 480 научных статей, из них: 53 – в российских журналах из списка ВАК, 179 – в РИНЦ, 37 – в Web of Science и Scopus, из них 11 статей – в Q1 и Q2.
- выпущено 6 монографий;
- защищены 2 диссертации на соискание ученой степени кандидата наук;
- в конкурсе Фонда содействия инновациям «У.М.Н.И.К.» приняли участие 5 студентов филиала;
- учеными получено 5 свидетельств государственной регистрации программ для ЭВМ и 1 патент на изобретение;
- сотрудники института приняли участие в 102 международных и всероссийских научных конференциях.

Особым приоритетом института в развитии научной деятельности являются предприятия АО «ОЭМК», АО «Лебединский ГОК» компании «Металлоинвест», АО «Стойленский ГОК», ПАО «НЛМК», ООО «Городской институт проектирования метзаводов», НИЦ «Строительство», ООО «Белэнергомаш-БЗЭМ», выступающие индустриальными партнерами в выполнении научных исследований по государственным контрактам и выступающие основными заказчиками НИОКР.

Контактная информация

Боева Анна Вячеславовна, директор СТИ НИТУ МИСИС, канд. пед. наук, доцент
тел.: +7 (4725) 45-12-12
mail: sti@sf.misis.ru
Сайт: <http://www.sf.misis.ru>
309516, Белгородская обл., г. Старый Оскол, мкр. Макаренко, д. 42



НАУКА МИСИС 2023

Редакторы:

Герман Иващенко, Екатерина Кропачева

Материалы сборника издаются в авторской редакции