

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

НАУКА НИТУ «МИСИС» 2021

Москва 2022

УДК 378:001
Н34

Наука НИТУ «МИСИС» 2021

Научное издание

Ответственные редакторы:
А.А. Новиков, Е.Н. Кропачева

Настоящее издание – отчет о научной и инновационной деятельности университета НИТУ «МИСИС», в том числе филиалов, институтов, кафедр, лабораторий и центров за 2021 год.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| ИТОГИ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УНИВЕРСИТЕТА В 2021 ГОДУ | 7 |
| I. ИНСТИТУТ ЭКОТЕХНОЛОГИЙ И ИНЖИНИРИНГА | 12 |
| Травянов Андрей Яковлевич, директор института, канд. техн. наук, доцент | |
| КАФЕДРА ИНЖИНИРИНГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ | 15 |
| Карфидов Алексей Олегович, заведующий кафедрой | |
| КАФЕДРА ЛИТЕЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ | 18 |
| Белов Владимир Дмитриевич, заведующий кафедрой, д-р техн. наук, профессор | |
| КАФЕДРА МЕТАЛЛОВЕДЕНИЯ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ | 22 |
| Солонин Алексей Николаевич, заведующий кафедрой, канд. техн. наук | |
| КАФЕДРА МЕТАЛЛУРГИИ СТАЛИ, НОВЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛОВ | 25 |
| Дуб Алексей Владимирович, заведующий кафедрой, д-р техн. наук, профессор | |
| КАФЕДРА ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ | 28 |
| Алещенко Александр Сергеевич, заведующий кафедрой, канд. техн. наук, доцент | |
| КАФЕДРА ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ | 31 |
| Левашов Евгений Александрович, заведующий кафедрой, д-р техн. наук, профессор | |
| КАФЕДРА СЕРТИФИКАЦИИ И АНАЛИТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ | 34 |
| Филичкина Вера Александровна, заведующая кафедрой, канд. хим. наук, доцент | |
| КАФЕДРА «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ» | 37 |
| Овчинникова Татьяна Игоревна, заведующая кафедрой, д-р техн. наук, доцент | |
| КАФЕДРА ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И ЗОЛОТА И ЦЕНТР ИНЖИНИРИНГА ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ | 40 |
| Тарасов Вадим Петрович, заведующий кафедрой, директор центра, д-р техн. наук, профессор | |
| КАФЕДРА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ И РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ | 42 |
| Торохов Геннадий Валерьевич, заведующий кафедрой, канд. техн. наук, доцент | |
| ЛАБОРАТОРИЯ «УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ» | 45 |
| Михайловская Анастасия Владимировна, заведующая лабораторией, канд. техн. наук | |
| ЛАБОРАТОРИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ | 48 |
| Акихиса Иноуэ, заведующий лабораторией, профессор, канд. техн. наук | |
| НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ТЕРМОХИМИЯ МАТЕРИАЛОВ» | 50 |
| Хван Александра Вячеславовна, директор центра, д-р хим. наук | |
| II. ИНСТИТУТ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И НАНОТЕХНОЛОГИЙ | 53 |
| Калошкин Сергей Дмитриевич, директор института, д-р физ.-мат. наук, профессор | |
| КАФЕДРА МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ | 55 |
| Оганов Артём Ромаевич, заведующий кафедрой, д-р физ.-мат. наук, профессор | |
| КАФЕДРА МЕТАЛЛОВЕДЕНИЯ И ФИЗИКИ ПРОЧНОСТИ | 59 |
| Никулин Сергей Анатольевич, заведующий кафедрой, д-р техн. наук, профессор | |
| КАФЕДРА ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ | 62 |
| Диденко Сергей Иванович, заведующий кафедрой, канд. физ.-мат. наук, доцент | |
| КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ И КВАНТОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ | 65 |
| Мухин Сергей Иванович, заведующий кафедрой, д-р физ.-мат. наук, профессор | |

| | |
|---|-----|
| КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОНИКИ Костишин Владимир Григорьевич, заведующий кафедрой, д-р физ.-мат. наук, профессор | 68 |
| КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ Савченко Александр Григорьевич, заведующий кафедрой, канд. физ.-мат. наук | 71 |
| КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ Астахов Михаил Васильевич, заведующий кафедрой, д-р хим. наук, профессор (до 31.12.2021) Салимон Алексей Игоревич, канд. физ.-мат. наук (заведующий кафедрой с 01.01.2022) | 78 |
| КАФЕДРА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОСИСТЕМ И ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ МАТЕРИАЛОВ Кузнецов Денис Валерьевич, заведующий кафедрой, канд. техн. наук | 82 |
| ЛАБОРАТОРИЯ «МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАГНИТНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ» Щетинин Игорь Викторович, заведующий лабораторией, канд. техн. наук | 85 |
| ЛАБОРАТОРИЯ ФИЗИКИ ОКСИДНЫХ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКОВ Киселев Дмитрий Александрович, заведующий лабораторией, PhD, канд. физ.-мат. наук | 87 |
| ЛАБОРАТОРИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ Чердынцев Виктор Викторович, заведующий лабораторией, канд. физ.-мат. наук | 90 |
| НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР БИОМЕДИЦИНСКОЙ ИНЖЕНЕРИИ Сенатов Фёдор Святославович, директор центра, канд. физ.-мат. наук | 93 |
| НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР АКУСТООПТИКИ Молчанов Владимир Яковлевич, директор центра, канд. физ.-мат. наук, с.н.с. | 96 |
| НАУЧНО-УЧЕНЫЙ ЦЕНТР САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА МИСИС-ИСМАН Левашов Евгений Александрович, директор центра, д-р техн. наук, профессор | 98 |
| III. ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК Солодов Сергей Владимирович, директор института, канд. техн. наук | 102 |
| КАФЕДРА «МАГИСТЕРСКАЯ ШКОЛА ИНФОРМАЦИОННЫХ БИЗНЕС СИСТЕМ» Нежурина Марина Игоревна, заведующая кафедрой, канд. техн. наук, доцент | 103 |
| КАФЕДРА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ДИЗАЙНА Горбатов Александр Вячеславович, заведующий кафедрой, д-р техн. наук, профессор | 105 |
| КАФЕДРА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ Темкин Игорь Олегович, заведующий кафедрой, д-р техн. наук | 107 |
| КАФЕДРА БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКИ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ Пятецкий Валерий Ефимович, заведующий кафедрой, д-р тех. наук, профессор | 110 |
| КАФЕДРА ИНЖЕНЕРНОЙ КИБЕРНЕТИКИ Ефимов Альберт Рувимович, заведующий кафедрой, канд. филос. наук | 113 |
| КАФЕДРА ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ Калашников Евгений Александрович, заведующий кафедрой, канд. техн. наук, доцент | 116 |
| IV. ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ИМЕНИ В.А. РОМЕНЦА | 118 |
| КАФЕДРА ПРОМЫШЛЕННОГО МЕНЕДЖМЕНТА Костюхин Юрий Юрьевич, заведующий кафедрой, канд. экон. наук, профессор | 118 |
| КАФЕДРА ЭКОНОМИКИ Сидорова Елена Юрьевна, заведующая кафедрой, д-р экон. наук, профессор | 120 |

| | |
|--|-----|
| V. ИНСТИТУТ БАЗОВОГО ОБРАЗОВАНИЯ | 123 |
| Подвойская Наталия Леонидовна, директор института, канд. полит. наук. | |
| КАФЕДРА ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ И КОММУНИКАТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ | 125 |
| Бондарева Лилия Владимировна, заведующая кафедрой, канд. полит. наук., доцент | |
| КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ | 128 |
| Давыдов Алексей Александрович, заведующий кафедрой, д-р физ.-мат. наук, профессор | |
| КАФЕДРА ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ | 131 |
| Пестряк Ирина Васильевна, и.о. заведующей кафедрой, д-р техн. наук, доцент | |
| КАФЕДРА СОЦИАЛЬНЫХ НАУК И ТЕХНОЛОГИЙ | 134 |
| Урсул Татьяна Альбертовна, заведующая кафедрой, д-р филос. наук, профессор | |
| КАФЕДРА ФИЗИКИ | 137 |
| Ушаков Иван Владимирович, и.о. заведующего кафедрой, д-р техн. наук, профессор | |
| ЦЕНТР РУССКОГО ЯЗЫКА | 140 |
| Подвойская Наталия Леонидовна, директор центра, канд. полит. наук | |
| VI. ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ | 142 |
| Мясков Александр Викторович, директор института, д-р экон. наук, профессор | |
| КАФЕДРА БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКОЛОГИИ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА | 143 |
| Коликов Константин Сергеевич, заведующий кафедрой, д-р техн. наук, доцент | |
| КАФЕДРА ГЕОТЕХНОЛОГИИ ОСВОЕНИЯ НЕДР | 146 |
| Мельник Владимир Васильевич, заведующий кафедрой, д-р техн. наук, профессор | |
| КАФЕДРА ОБОГАЩЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ | 149 |
| Юшина Татьяна Ивановна, заведующая кафедрой, канд. техн. наук, доцент | |
| КАФЕДРА СТРОИТЕЛЬСТВО ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ | 152 |
| Панкратенко Александр Никитович, заведующий кафедрой, д-р техн. наук, профессор | |
| КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ГЕОКОНТРОЛЯ | 154 |
| Винников Владимир Александрович, заведующий кафедрой, д-р физ.-мат. наук | |
| КАФЕДРА ЭНЕРГЕТИКИ И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ | 157 |
| Ляхомский Александр Валентинович, заведующий кафедрой, д-р техн. наук, профессор | |
| НАУЧНО-УЧЕБНАЯ ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «ФИЗИКО-ХИМИИ УГЛЕЙ» | 159 |
| Эпштейн Светлана Абрамовна, заведующая лабораторией, д-р техн. наук, с.н.с. | |
| VII. НАУЧНЫЙ КОМПЛЕКС | 162 |
| ИНЖИНИРИНГОВЫЙ ЦЕНТР БАСТРОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ ВЫСОКОЙ СЛОЖНОСТИ | 162 |
| Пирожков Владимир Вячеславович, директор центра | |
| ЛАБОРАТОРИЯ «БИМЕДИЦИНСКИЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ» | 164 |
| Абакумов Максим Артемович, заведующий лабораторией, канд. хим. наук | |
| ЛАБОРАТОРИЯ «СВЕРХПРОВОДЯЩИЕ МЕТАМАТЕРИАЛЫ» | 168 |
| Устинов Алексей Валентинович, заведующий лабораторией, д-р физ.-мат. наук, профессор | |
| ЛАБОРАТОРИЯ ГИБРИДНЫХ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ | 170 |
| Травянов Андрей Яковлевич, научный руководитель, канд. техн. наук, ведущий эксперт | |
| ЛАБОРАТОРИЯ КАТАЛИЗ И ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДОВ | 173 |
| Громов Александр Александрович, заведующий лабораторией, д-р техн. наук, профессор | |

| | |
|--|-----|
| ЛАБОРАТОРИЯ КРИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ Головчанский Игорь Анатольевич, заведующий лабораторией, канд. физ.–мат. наук (PhD) | 176 |
| ЛАБОРАТОРИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ Абрикосов Игорь Анатольевич, научный руководитель, д–р физ.–мат. наук, профессор | 178 |
| МЕЖКАФЕДРАЛЬНАЯ УЧЕБНО–ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ «МОНОКРИСТАЛЛЫ И ЗАГОТОВКИ НА ИХ ОСНОВЕ (ИЛМЗ)» Гореева Жанна Анатольевна, заведующая лабораторией | 181 |
| НАУЧНО–ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «ГИБРИДНЫЕ НАНОСТРУКТУРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ» Комиссаров Александр Александрович, заведующий лабораторией, канд. техн. наук | 185 |
| НАУЧНО–ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «НЕОРГАНИЧЕСКИЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ» Штанский Дмитрий Владимирович, заведующий лабораторией, д–р физ.–мат. наук, профессор каф. ПМиФП | 188 |
| НАУЧНО–ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ БИОФИЗИКИ Ерофеев Александр Сергеевич, заведующий лабораторией, канд. физ.–мат. наук | 192 |
| НАУЧНО–ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КОНСТРУКЦИОННЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ» Московских Дмитрий Олегович, директор центра, канд. техн. наук | 195 |
| НАУЧНО–ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ Ховайло Владимир Васильевич, заместитель директора по научной работе, д–р физ.–мат. наук | 198 |
| ЦЕНТР ИНФРАСТРУКТУРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И ПАРТНЕРСТВА MEGASCIENCE Дубинин Михаил Николаевич, руководитель центра, д–р физ.–мат. наук, профессор Голутвин Андрей Игоревич, научный руководитель, профессор | 201 |
| ЦЕНТР КВАНТОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ НТИ Курочкин Юрий Владимирович, директор центра, канд. физ.–мат. наук | 203 |
| ЦЕНТР КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЯ» Жуков Дмитрий Геннадьевич, директор центра, канд. физ.–мат. наук | 206 |
| VIII. ФИЛИАЛЫ | 209 |
| ВЫКСУНСКИЙ ФИЛИАЛ Кудашов Дмитрий Викторович, директор филиала, канд. техн. наук | 209 |
| ГУБКИНСКИЙ ФИЛИАЛ Кожухов Алексей Александрович, директор филиала, д–р техн. наук, доцент | 211 |
| НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ Котова Лариса Анатольевна, директор филиала | 213 |
| СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА Боева Анна Вячеславовна, директор филиала, канд. пед. наук, доцент | 215 |

ИТОГИ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УНИВЕРСИТЕТА В 2021 ГОДУ



**Филонов Михаил Рудольфович,
проректор по науке и инновациям,
д-р техн. наук, профессор**

2021 год для Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» был насыщен разнообразными событиями. Университет вошел в группу лидеров федеральной программы «Приоритет 2030» в рамках базовой и специальной части «Исследовательское лидерство». Основная цель программы – внести максимальный вклад в экономическое развитие России благодаря созданию и трансформации отраслей экономики за счет фундаментальных и прикладных исследований мирового уровня в материаловедении, квантовых технологиях и биотехнологиях, компьютерных науках, а также новых инженерных решениях.

Создана уникальная исследовательская инфраструктура, включающая опыт и научный потенциал преподавателей и научных сотрудников, кроме этого создана система международных, междисциплинарных образовательных и дискуссионных площадок. Организована сеть современных и оснащенных оборудованием лабораторий, в которых работают признанные мировым научным сообществом исследователи, реализующие амбициозные международные научные проекты. Результаты деятельности НИТУ «МИСИС» получили высокую экспертную оценку в России и за рубежом, что выражается, в том числе в высоких позициях НИТУ «МИСИС» в престижных международных рейтингах.

В 2021 году Университет подтвердил свой статус ведущего материаловедческого вуза страны, заняв 1 место по направлению Materials Science в наци-

ональном рейтинге QS (World University Rankings by Subject).

НИТУ «МИСИС» занимает 2 место по направлению Mineral and Mining Engineering в национальном рейтинге QS. НИТУ «МИСИС» сохранил свои позиции в общем рейтинге QS World University Rankings, заняв 487 место.

В рейтинге стран развивающейся Европы и Центральной Азии (QS Emerging Europe&Central Asia, EECA) в 2021 г. университет занял 42 место (45 в 2020 году).

НИТУ «МИСИС» занял 1 место в национальном рейтинге ARWU по направлению Metallurgical Engineering.

По данным рейтингового агентства RAEX НИТУ «МИСИС» в 2021 году поднялся на одну строчку и занял 16 место в рейтинге «100 лучших вузов в России».

В Национальном рейтинге университетов агентства Интерфакс университет в 2021 году занял 8–9 место среди всех вузов России (9 место в 2020 году).

В 2021 году открыта Лаборатория «Функциональные квантовые материалы» в НИТУ «МИСИС» в рамках мегагранта Правительства Российской Федерации в соответствии с постановлением № 220, направленным на финансовое обеспечение и стимулирование развития науки и ее инновационной составляющей. Возглавил новое подразделение профессор экспериментальной физики Рюдигер Клингелер из Гейдельбергского университета (Германия). Под его руководством международная команда исследователей занимается изучением квантовой природы новых материалов для создания инновационных материалов и устройств, необходимых для развития квантовых технологий.

Введена в тестовую эксплуатацию опытная квантовая сеть с открытым доступом в Москве. Она соединяет университеты НИТУ «МИСИС» и МТУСИ и доступна для внешних подключений. Таким образом, в России появилась современная площадка для реализации технологичных инфраструктурных решений в сфере защиты данных с применением квантовой криптографии. Проект реализован членами консорциума Центра компетенций НТИ «Квантовые коммуникации» НИТУ «МИСИС»: ООО «КуРЭйт», ООО «Код Безопасности» и МТУСИ. Проект стал победителем премии «Технологический прорыв» 2021 в номинации «Прорыв в разработке новых материалов и технологий» на форуме Nobel Vision. Open Innovations

2.0. Премия вручается лидерам проектов, ученым, разработчикам продуктов за значительный вклад в развитие отечественного технологического бизнеса и значимые достижения в технологическом развитии страны.

Исследователи кафедры технологии материалов электроники НИТУ «МИСИС» и ряда зарубежных университетов синтезировали новый композитный материал на основе гексаферрита бария и парафина для применения в антенных технологиях для беспроводной передачи данных в СВЧ-диапазоне. Разработанный материал пропускает 99.77% входного сигнала без искажения или ослабления (<https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.161611>).

Коллектив ученых из лаборатории криоэлектронных систем НИТУ «МИСИС» и МФТИ разработал платформу для осуществления фотон-магнетонного взаимодействия на одном чипе и экспериментально подтвердил эффективность ее работы. Разработка российских ученых может стать шагом к созданию гибридных квантовых устройств, которые сегодня считаются наиболее перспективным способом передачи квантовой информации (<https://doi.org/10.1103/PhysRevApplied.16.034029>).

Команда ученых кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов НИТУ «МИСИС» совместно с Тамбовским государственным техническим университетом, Томским политехом и университетом Нигерии представила новый композиционный материал с уникальной объемной внутренней структурой на основе модифицированных углеродных нанотрубок. Разработанный электропроводный композит может быть применен для создания полимерных обогревательных элементов, саморегулирующихся греющих кабелей, электродов катодной защиты (<https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2021.108972>).

Ученые НИТУ «МИСИС» под руководством руководителя программы iPhD «Аддитивные технологии для производственной отрасли» Владимира Чеверикина совместно с учеными из Лионского университета (Франция) разработали технологию увеличения прочности изделий из титана и нержавеющей стали. Наиболее впечатляющие результаты получены для сплава титана и алюминия Ti6Al4V, прочность на разрыв которого увеличилась в 28 раз (<https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2020.126736>).

Группа ученых центра компетенций НТИ «Квантовые коммуникации» НИТУ «МИСИС», Российского квантового центра и научно-производственная компания QRate обновила мировой рекорд эффективности систем квантовой криптографии. Центр компетенций НТИ «Квантовые коммуникации» под руководством Юрия Курочкина предложил новый, более устойчивый к внешним воздействиям алгоритм коррекции ошибок с использованием так

называемых полярных кодов. Применение полярных кодов позволяет устройствам для квантового распределения ключей стабильно работать в условиях реальной жизни под воздействием различных факторов окружающей среды (<https://doi.org/10.1109/TIT.2020.2989459>).

Кафедра Литейных технологий и художественной обработки материалов НИТУ «МИСИС» в сотрудничестве с компанией «LG Electronics» создали новые высокотеплопроводные магниевые сплавы, которые отличаются от аналогов повышенной надежностью и невысокой стоимостью. Кроме того позволяют существенно снизить на треть вес радиаторов и систем теплоотвода в электромобилях и бытовой электронике (<https://doi.org/10.1016/j.jma.2019.11.008>).

Научно-образовательный центр биомедицинской инженерии НИТУ «МИСИС» в тандеме с биологами НИЦЭМ им. Н.Ф. Гамалеи предложили экономичный способ испытаний прочности вставления костных имплантатов при критических дефектах черепа. Метод предполагает использование мышиной модели и позволяет оценить эффективность интеграции имплантата. Расходы при его использовании сокращаются в 50 раз по сравнению с экспериментами на крупных животных, позволяя собрать более обширный статистический материал и ускорить выход разработки на клинический этап исследований (<https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2021.104477>).

Сотрудники научно-исследовательской лаборатории Биофизики НИТУ «МИСИС», МГУ имени Ломоносова, НМИЦ им. Гельмгольца и Университета Северной Каролины разработали безопасный препарат для лечения глазных воспалений (<https://doi.org/10.3390/biomedicines9040396>).

Ученые лаборатории «Неорганические наноматериалы» НИТУ «МИСИС» создали инновационное многослойное покрытие для имплантатов, устойчивое к большинству штаммов бактерий (<https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2021.149751>).

Российские ученые из лаборатории «Биомедицинские наноматериалы» предложили использовать липосомы с магнитными наночастицами в качестве вспомогательного диагностического агента при лечении рака нанопрепаратами. Разработанный исследователями метод может повысить эффективность терапии онкологических заболеваний (<https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2020.12.014>).

Ученые кафедры обработки металлов давлением НИТУ «МИСИС» совместно с коллегами МГТУ им. Г.И. Носова, СФУ и НИЦ «Курчатовский институт» разработали недорогой сплав алюминия, выдерживающий температуру до 400 °С, что на 100–150 °С выше, чем у существующих аналогов. Такой материал позволит существенно снизить вес и углеродный след нового железнодорожного транспорта, авиации и другой техники (<https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.161948>).

Ученым из НИЛ «Неорганические наноматериалы», Национального института материаловедения (Цукуба, Япония) и др. удалось впервые продемонстрировать возможность контролируемого изменения хиральности углеродных нанотрубок. Это приближает данные наноструктуры к практическому применению в электронике и высокоточной сенсорике и делает возможным создание уникальных нанотранзисторов размером менее 3 нанометров. Помимо этого, был продемонстрирован эффект квантовой интерференции при комнатной температуре (DOI: 10.1126/science.abi8884).

Сотрудники лаборатории «Неорганические наноматериалы» совместно с коллегами из Чехии и Новосибирска представили наноструктурированные повязки с медным покрытием, способные быстро высвобождать ионы меди в жидкой среде. Данный материал имеет большие перспективы для перевя-

зок ран благодаря интересному синергетическому эффекту: с одной стороны, быстрое высвобождение ионов меди убивает бактерии, с другой – стимулирует регенерацию тканей с активацией иммунных клеток (<https://doi.org/10.3390/membranes11120965>).

На рисунке 1 представлена динамика финансирования НИОКР, научно-технических услуг университета в 2017–2021 гг.

Повышается качество публикационной активности исследователей НИТУ «МИСИС». Всего в 2021 году было опубликовано более 1700 статей в изданиях, индексируемых международными базами Web of Science и Scopus. 41 % всех статей – это публикации в первом квартале Q1 (рисунок 2).

Цитируемость публикаций НИТУ «МИСИС» за последние 5 лет возросла на 9 тысяч цитат по сравнению с аналогичным периодом 2020 года (рисунок 3).

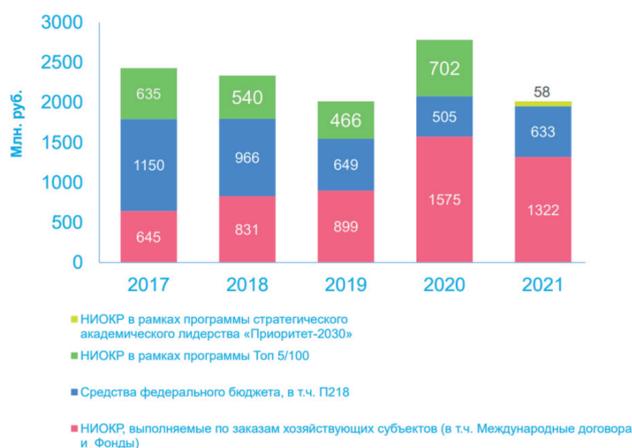


Рисунок 1 – Динамика финансирования НИОКР, научно-технических услуг университета в 2017 – 2021 годы

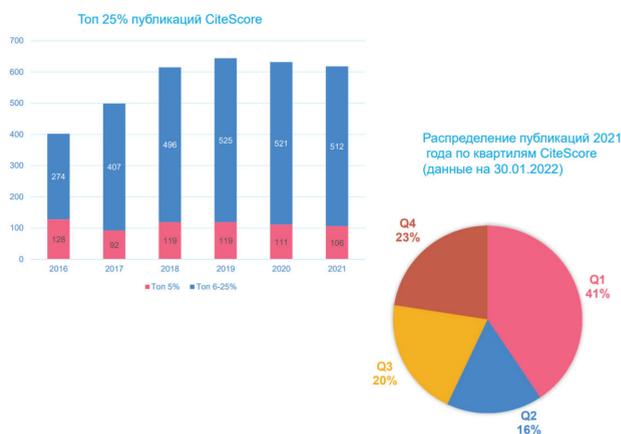


Рисунок 2 – Публикационная активность в журналах (Scopus)

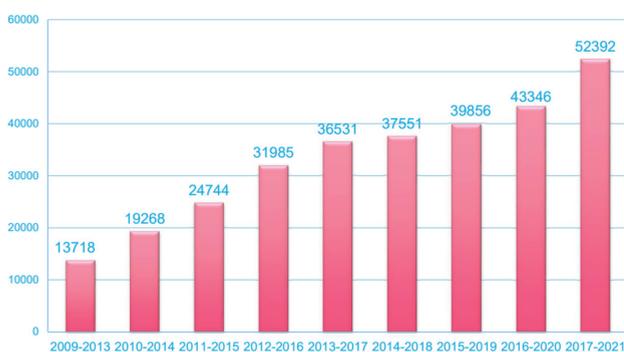


Рисунок 3 – Динамика цитируемости публикаций НИТУ «МИСИС»

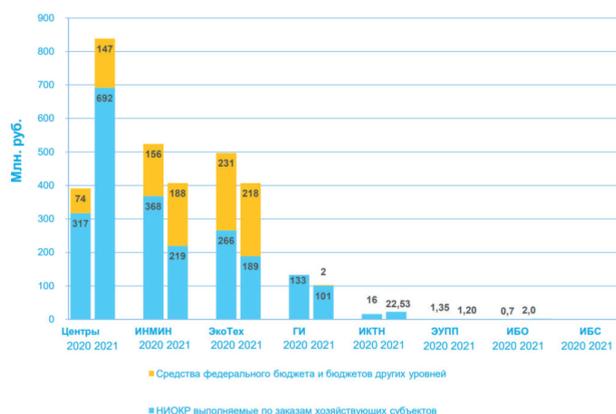


Рисунок 4 – Финансирование НИОКР институтов Университета в 2021 году

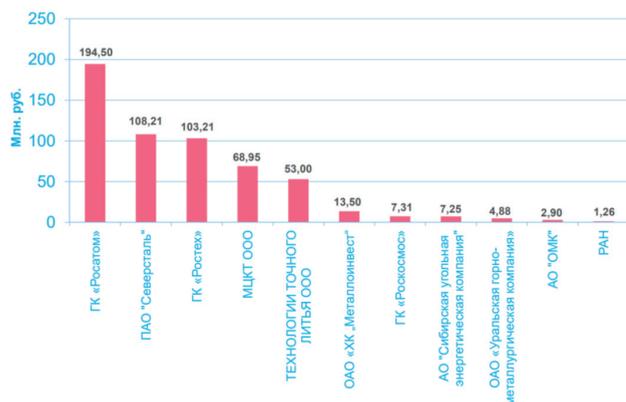


Рисунок 5 – Наиболее крупные заказчики хозяйственных работ

Наибольший вклад в объём финансирования в 2021 году внесли Учебно–научные центры НИТУ «МИСИС» – 839 млн. рублей, Институт новых материалов и нанотехнологий – 407 млн.руб., Институт экотехнологий и инжиниринга – 407 млн. рублей (рисунок 4).

Основные Заказчики хозяйственных работ в 2021 году по объёму финансирования: Госкорпорация «Росатом», ПАО «Северсталь» и Государственная корпорация «Ростех (рисунок 5).

В рамках программы «Приоритет 2030» будет реализовано 5 стратегических проектов:

- Стратегический проект «Квантовый интернет». Университет создаст условия для перехода квантовых разработок из лабораторий в индустрию и конкурентоспособные продукты с экспортным потенциалом. Реализация проекта позволит достичь высокого уровня кадровой безопасности России за счёт подготовки квантовых инженеров– междисциплинарных специалистов, интегрирующих знания в квантовой физике, электронике и программировании;
- Стратегический проект «Биомедицинские материалы и биоинженерия» предусматривает проведение исследований в области тканевой инженерии, биофизики, адресной доставки лекарств и разработку новых технологий и материалов, повышающих эффективность медицинского лечения;
- Стратегический проект «Материалы будущего» опирается на лидерские позиции НИТУ «МИСИС» в области разработки новых материалов, критически влияющих на инновационное развитие экономики и позволяющих создавать новые технологии, востребованные экономикой России;
- Стратегический проект «Технологии устойчивого развития» концентрируется на создании вы-

| Стратегические проекты | Руководитель проекта/политики (ответственный за реализацию) | Бюджет, млн. руб. |
|--|---|-------------------|
| СП1 Материалы будущего | Калошкин С.Д. | 560 |
| СП2 Квантовый интернет | Устинов А.В. | |
| СП3 Биомедицинские материалы и биоинженерия | Сенатов Ф.С. | |
| СП4 Технологии устойчивого развития | Мясков А.В. | |
| СП5 Цифровой бизнес | Голицын Л.В., Солодов С.В. | |
| Стратегические политики | | |
| Научно-исследовательская политика и политика в области инноваций и коммерциализации разработок | Филонов М.Р., Поляков А.М. | |

Рисунок 6 – Бюджет программы «Приоритет 2030» на 2022 год

сокотехнологичных инженерных решений для снижения техногенной нагрузки, в том числе углеродного следа, и подготовке инженерных кадров для новой экономики;

- Стратегический проект «Цифровой бизнес» направлен на решение задач реального сектора экономики. В университете уже сформированы научные группы по искусственному интеллекту, создан центр исследования больших данных и в 4 раза увеличен набор на направления цифровых технологий.

Бюджет программы «Приоритет 2030» на 2022 год представлен на рисунке 6.

Многие работы молодых ученых НИТУ «МИСИС» высоко оценены российским и мировым научным сообществом. Заведующая лабораторией «Ультрамелкозернистые металлические материалы» Михайловская Анастасия Владимировна стала победителем конкурса 2022 года на право получения грантов Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации. Четверо молодых кандидатов наук стали Победителями конкурса 2022 года на право получения грантов Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых: Козлякова Екатерина Сергеевна, Барков Руслан Юрьевич, Полякова Кристина Александровна и Щемеров Иван Васильевич.

Лауреатами стипендии Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых

2 013 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в 2021 г.

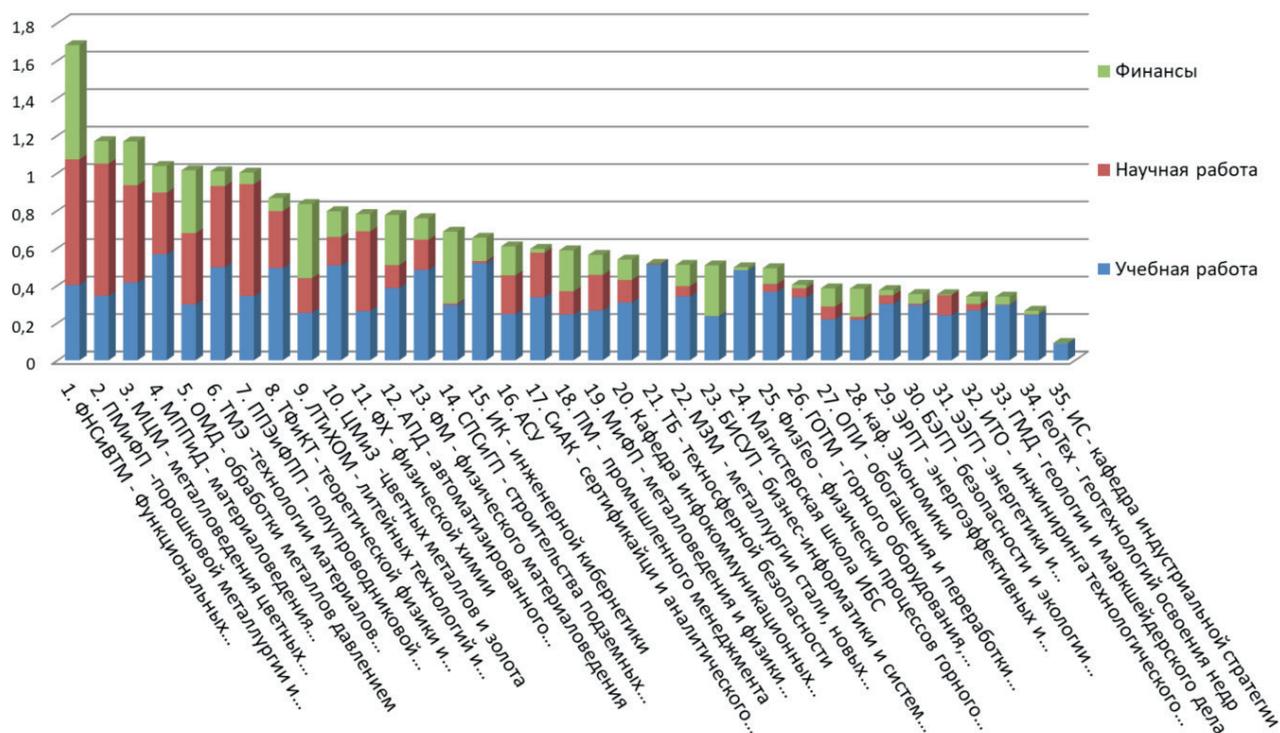


Рисунок 7 – Рейтинг кафедр 2021 года

российских ученых и аспирантов на 2022–2024 годы стали 13 молодых ученых: Дмитрий Белов, Анна Кищик, Наталья Короткова, Андрей Мочуговский, Ольга Яковцева, Дмитрий Жеребцов, Александр Кошмин, Юрий Гамин, Сергей Дубинский, Алексей Никитин, Елизавета Пермякова, Вадим Шереметьев, Владислав Петров.

В 2021 Лауреатами ежегодной премии Правительства Москвы молодым ученым стали:

- научный сотрудник Центра НТИ «Квантовые коммуникации» Шаховой Роман Алексеевич за разработку оптического квантового генератора случайных чисел и развитие методов извлечения квантового шума из интерференции лазерных импульсов в номинации «Передача, хранение, обработка, защита информации»;
- инженеры лаборатории «Перспективные энергоэффективные материалы» Занаева Эржена

Нимаевна и Базлов Андрей Игоревич, представившие проект «Аморфные и нанокристаллические материалы с высокой магнитной индукцией и низкими потерями энергии» в номинации Энергоэффективность и энергосбережение.

Традиционно были подведены итоги деятельности кафедр НИТУ «МИСИС» за 2021 год. Рейтингový ряд представлен на рисунке 7.

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 так же в области горного дела и металлургии с более чем столетней историей.

Контактная информация

Филонов Михаил Рудольфович, проректор по науке и инновациям

8 499 237-22-25

filonov@misis.ru

I. ИНСТИТУТ ЭКОТЕХНОЛОГИЙ И ИНЖИНИРИНГА



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

Основное направление деятельности научного комплекса института 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, 6 научно-исследовательских лабораторий и центров.

В рамках реализации «Программы повышения конкурентоспособности 5/100» и государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ были созданы и успешно функционируют 7 лабораторий с участием научных коллективов института:

- Разделение и концентрирование в химической диагностике функциональных материалов и объектов окружающей среды;
 - Перспективные энергоэффективные материалы;
 - Лаборатория нанохимии и экологии;
 - Гибридные аддитивные технологии;
 - Лаборатория «Ультрамелкозернистые металлические материалы»;
 - Лаборатория «In situ диагностика структурных превращений»;
 - Лаборатория «Катализ и переработка углеводородов».
- На территории УНПБ «Теплый стан» функционирует опытно-промышленный кластер института 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, технологическая 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.

406,8 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

За последние три года в институте выполнялись 3 масштабных опытно-технологических проекта в рамках Постановления Правительства № 218:

- проект на сумму 197 млн. руб. по созданию 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. по разработке 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. по созданию импортозамещающего производства оксида ванадия высокой чистоты для глубокой переработки углеводородного сырья. Инициатор – АО «Компания «ВОЛЬФРАМ». Срок реализации – 2021–2023 г.г.

В 2021 году победителем конкурсов Российского научного фонда (РНФ) стал двадцать один научный проект молодых ученых НИТУ «МИСИС», из них 10 проектов под руководством сотрудников подразделений института ЭкоТех:

1. Обоснование состава и технологии получения сверхлегких коррозионноустойчивых алюминиевых сплавов на основе системы Al–Mg–Ca;
2. Научное обоснование и разработка технологии получения прутков из высокопрочных алюминиевых сплавов с функционально-градиентной структурой способом управляемой пластической деформации;
3. Особенности формирования структуры новых квазибинарных сплавов Al–Cu–Yb и Al–Cu–Gd и разработка на их основе новых высокотехнологичных материалов;
4. Разработка технических решений получения жаропрочного алюмо-матричного композиционного материала, упрочненного нанодисперсоидами квазикристаллических фаз;
5. Исследование формирования градиентных структур в системе Al–Al₂O₃–AlN–ZrN в условиях аддитивного синтеза и получение на их основе новых металлокерамических мультиматериалов;
6. 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;

7. Особенности формирования микроструктуры и магнитных гистерезисных свойств постоянных магнитов на основе Nd–Fe–B, полученных методом селективного лазерного сплавления;
8. Структурообразование и механизмы сверхпластической деформации титановых сплавов, легированных бета-стабилизаторами и редкоземельными металлами;
9. Экспериментальное исследование фазовых превращений и свойств сплавов систем Fe–РЗМ–ПМ с целью поиска перспективных составов для создания постоянных магнитов;
10. Разработка физико-математических моделей разрушения и структурообразования в стали для создания передовых технологий пластической деформации.

Подразделениями института 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 металлургических процессов и повышения качества спецсталей и сталей, особо чистых по примесям; металлургии тяжелых, легких, редких и благородных металлов; создания уникальных аккумуляторов на базе литий-ионных источников тока; обработки 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 металлургического производства.

Проводились исследования в области создания наноструктурированных сплавов на основе легких металлов, используемых в аэрокосмической отрасли, сплавов с памятью формы нового поколения, разработки и синтеза конструкционных и инструментальных, металлических, керамических и метало-керамических материалов и покрытий, порошковых материалов для аддитивных технологий, дисперсионно-твердеющих керамик, дисперсно-упрочненных наночастицами сплавов. Изучается кинетика и механизм формирования наноструктурных тонких пленок и покрытий, полученных методами магнетронного напыления, ионной имплантации, импульсного лазерного осаждения, импульсного электроискрового упрочнения, терморреакционного электроискрового упрочнения.

Проводились разработки устройств, таких как коммуникатор ВиброБрайль – устройство для коммуникации с людьми с одновременным нарушением зрения, слуха и речи; прототип вендингового

автомата по приготовлению блюд здоровой кухни; инновационный механизм для анатомической растяжки – Bootfitter, который позволяет за несколько часов безопасно подогнать обувь под стопу с любыми особенностями и полностью исключить дискомфорт при носке. В рамках деловой программы МАКС–2021 под руководством заведующего лаборатории «Катализ и переработка углеводородов» Александра Громова была организована III Международная конференция «Аддитивные технологии для аэрокосмоса 2021».

Количество: публикаций входящих в базы Web of Science и Scopus – 340 шт. Общее количество выставок и конференций, в которых сотрудники ЭкоТех приняли участие, составляет более 150 шт. Среди структурных подразделений НИТУ «МИСИС» в 2021 году, как и за последние 5 лет, по результатам рейтинга кафедр в первую десятку вошли 5 подразделений института: кафедра порошковой металлур-

гии и функциональных покрытий, кафедра металлургии цветных металлов, кафедра обработки металлов давлением, кафедра литейных технологий и художественной обработки материалов, кафедра цветных металлов и золота. Лидером рейтинга кафедр за 2021 год стала кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий.

Студенты и сотрудники института являются победителями различных стипендий: Президента РФ, Фонда Арконик, имени В.А. Арутюнова, В.А. Григоряна, им. Е.Ф. Вегмана, грантов: Президента РФ, РФФИ и РФФИ.

По итогам 2021 года, победителями премии Правительства Москвы стали инженеры лаборатории «Перспективные энергоэффективные материалы» Занаева Эржена и Андрей Базлов, которые представили проект «Аморфные и нанокристаллические материалы с высокой магнитной индукцией и низкими потерями энергии».

Контактная информация

Травянов Андрей Яковлевич, директор института

8 (499) 236–88–45

trav@misis.ru

КАФЕДРА ИНЖИНИРИНГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ



Карфидов Алексей Олегович,
заведующий кафедрой

Как самостоятельное подразделение кафедра ведет начало с 1920 года, когда был организован кабинет прикладной механики, на базе которого в дальнейшем были организованы кабинет начертательной геометрии, черчения и рисования, кабинет деталей машин и лаборатория по испытанию материалов. В то время она именовалась кафедрой Деталей машин.

Научно-исследовательская деятельность кафедры направлена на решение фундаментальных и прикладных проблем, связанных с разработкой и исследованием оборудования и технологий обработки конструкционных материалов, с целью улучшения качества продукции и повышения надежности оборудования и машин.

Основные научные направления деятельности

Кафедра расширяет круг своих научных интересов: не отказываясь от горно-металлургической тематики, сотрудники, студенты и аспиранты кафедры работают и над решением других актуальных и интересных задач. В основном темы научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ связаны с тематикой работ студентов и аспирантов кафедры.

Аспирант П.С. Макаров разработал систему газоочистки, состоящей из газовоздушного теплообменного аппарата и рукавного фильтра с импульсной системой регенерации, предназначенной для охлаждения газов на 200 °С и двухэтапного снижения запыленности технологических газов (рисунок 8).

Аспирант П.В. Борисов совместно с доцентом И.Г. Морозовой и ст. преподавателем М.Г. Наумовой разрабатывают и исследуют технологии нанесения цветных изображений на металлические поверхности с помощью лазерного излучения (рисунок 9).

В последние годы сотрудники кафедры ИТО совместно с коллегами из King Mongkut's University of Technology North Bangkok проводят исследования по разработке конструкционных материалов из грин-композитов. Ведущими учеными в Таиланде являются Dr. Sanjay M. R. и Prof. Dr. -Ing. habil. Suchart Siengchin. от каф. ИТО в работах участвуют проф., д.т.н. Горбатьюк С.М. и зав. каф. Карфидов А.О.

Кадровый потенциал подразделения

Докторов наук: 4 чел., кандидатов наук: 5 чел., аспирантов: 8 чел., инженерно-технических работников: 3 чел.

4 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

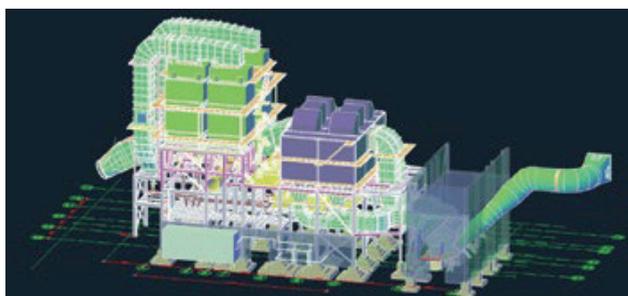


Рисунок 8 – 3D-модель системы газоочистки

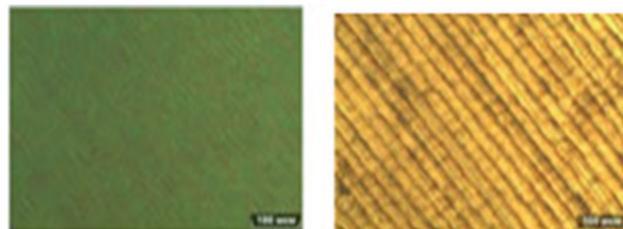


Рисунок 9 – Образцы стали 12X18H10T, обработанные лазерным излучением

Наиболее крупные проекты

1. Применение обработки металлов давлением в быстром прототипировании корпусных деталей;
2. Разработка установки промышленной газоочистки объемной и электростатической фильтрации;
3. Исследование и разработка технологии автоматизации процесса маркировки и идентификации продукции в условиях металлургического предприятия;
4. Разработка установки промышленной очистки воздуха с применением импульсного ультрафиолетового излучения.

Основные научно-технические достижения

1. Разработана методика применения процессов ОМД для прототипирования корпусных деталей;
2. Разработан проект аппарата промышленной газоочистки объемной и электростатической фильтрации;
3. Разработана концепция автоматизации металлургического предприятия с помощью лазерного оборудования;
4. Разработана установка промышленной очистки воздуха с применением импульсного ультрафиолетового излучения.

Основные публикации

1. Rybak, J., Gorbatyuk, S.M., Bujanovna–Syuryun, K.C., Tyulyaeva, Y.S., Makarov, P.S. Utilization of Mineral Waste: A Method for Expanding the Mineral Resource Base of a Mining and Smelting Company // *Metallurgist*, 2021, 64(9–10), pp. 851–861;
2. Snitko, S.A., Yakovchenko, A.V., Gorbatyuk, S.M. Accounting method for residual technological stresses in modeling the stress–deformed state of a railway wheel disk. Report 1 // *Izvestiya Ferrous Metallurgy*, 2021, 64(5), pp. 337–344;
3. Mohit, H., Mavinkere Rangappa, S., Siengchin, S., Gorbatyuk, S., Khan, A., Doddamani, M. A comprehensive review on performance and machinability of plant fiber polymer composites. // *Polymer Composites*, 2021;
4. Bardovskiy, A.D., Gorbatyuk, S.M., Gerasimova, A.A., Basyrov, I.I. Analysis of operation features of sizing screen with parametric excitation. // *Eurasian Mining*, 2021, 35(1), pp. 61–64;
5. Rybak, J., Gorbatyuk, S.M., Kongar–Syuryun, C.B., Tyulyaeva, Y.S., Makarov, P.S. Correction to: Utilization of Mineral Waste: A Method for Expanding the Mineral Resource Base of a Mining and Smelting Company (*Metallurgist*, (2021), 64, 9–10, (851–861), 10.1007/s11015–021–01065–5) *Metallurgist*, 2021, 64(11–12), p. 1347;
6. Khrebtova, O.A., Shapoval, A.A., Mos'pan, D.V., Gorbatyuk, S.M., Markov, O.E. Automatic Temperature Control System for Electric Resistance Annealing of Steel Welding Wire. // *Metallurgist*, 2021, 65(3–4), стр. 412–422;
7. Kavya, H.M., Bavan, S., Yogesha, B., Siengchin, S., Gorbatyuk, S. Effect of coir fiber and inorganic filler on physical and mechanical properties of epoxy based hybrid composites // *Polymer Composites*, 2021, 42(8), p. 3911–3921;
8. Mohit, H., Mavinkere Rangappa, S., Siengchin, S., Gorbatyuk, S., Khan, A., Doddamani, M. A comprehensive review on performance and machinability of plant fiber polymer composites. // *Polymer Composites*, 2021;
9. Gorbatyuk, S.M., Pashkov, A.N., Morozova, I.G., Chicheneva, O.N. Technologies for applying Ni–Au coatings to heat sinks of SiC–Al metal matrix composite material. // *Materials Today: Proceedings*, 2021, 38, p. 1889–1893;
10. Kavya, H.M., Bavan, S., Yogesha, B., Suchart, S., Sergey, G. Cellulose, Effect of coir fiber and inorganic filler hybridization on Innegra fiber–reinforced epoxy polymer composites: physical and mechanical properties. 2021, 28(15), p. 9803–9820;
11. Yu. Albagachiev, A. M. Keropyan, A. A. Gerasimova, A. N. Pashkov. Mathematical models of temperature in electric discharge rolling of metals. // *CIS Iron and Steel Review –Vol. 21 (2021)*, pp. 43–46 DOI: 10.17580/cisr.2021.01.07;
12. Bardovsky A. D., Gerasimova A. A., Sutupov P. V. Improvement of dissociation efficiency of limestone fines using vibration pneumoseparation // 2021(7), *Gornyi Zhurnal*, pp. 69–73. DOI: 10.17580/gzh.2021.07.12;
13. Alla Gerasimova, Alexey Karfidov, Boris Beleybskii, Kirill Goloshapov, Electromechanical Surfacing Technique // *Materials Research Proceedings*, Vol. 21, pp 61–65, 2022. DOI: <https://doi.org/10.21741/9781644901755-11>;

14. Oleg Kobelev, Lilya Valeeva, Alla Gerasimova. Forging Process Flow Development for Plate Production. // Solid State Phenomena Vol. 316, 2021, Trans Tech Publications Ltd, Switzerland, pp 240–245;
15. N. A. Chichenev, O. N. Chicheneva, A. O. Karfidov, A. N. Pashkov, Selection of laser processing parameters for hot stamping tools based on mathematical planning of the experiment // CIS Iron & Steel Review. Vol. 22 (2021), pp. 37–40 DOI: 10.17580/cisr.2021.02.07.

Монографии

1. N.A. Chichenev, S.M. Gorbatyuk. Advanced Welding and Deforming. Handbooks in Advanced Manufacturing. Chapter 15 – Fundamentals and advancements in longitudinal rolling. 2021, Pages 425–489. 2021 Elsevier Inc.: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822049-8.00015-3>;
2. Sanjay M R, Madhu P, Jyotishkumar P, Suchart Siengchin, S M Gorbatyuk, “Advances In Bio-Based Fiber: Moving Towards Green Society”, ISBN: 9780128245439, Elsevier, Woodhead Publishing 2021, <https://www.elsevier.com/books/advances-in-bio-based-fiber/rangappa/978-0-12-824543-9>.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

- в научных журналах, входящих в перечень ВАК – 14;
- материалы конференций, в которых принимали участие сотрудники кафедры – 3;
- в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 28;
- свидетельство о регистрации программы для ЭВМ – 1.

Контактная информация

Карфидов Алексей Олегович, заведующий кафедрой

+7 (499) 230–25–47

a.korf@mail.ru

КАФЕДРА ЛИТЕЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ



Белов Владимир Дмитриевич,
заведующий кафедрой,
д-р техн. наук, профессор
Заслуженный работник
высшей школы РФ

Кафедра ЛТИХОМ функционирует в НИТУ «МИСИС» с целью подготовки высококвалифицированных специалистов для нужд промышленных предприятий России и решения научных и практических задач литейной отрасли. Научно-исследовательская деятельность кафедры направлена на решение задач в области производства литых деталей, включая разработку новых составов сплавов, технологий и материалов, в том числе производство отливок на базе учебно-производственного комплекса кафедры ЛТИХОМ – в инженеринговом центре ИЦ «ЛТМ».

Основные научные направления деятельности

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

Кадровый потенциал подразделения

На кафедре работает 41 сотрудник, в том числе: 3 профессора; 9 доцентов; 3 старших преподавателя.

Из них: 3 доктора технических наук и 17 кандидатов технических наук.

На кафедре обучается 10 аспирантов.

Наиболее крупные проекты

Договор № 666 / 218–11 от 20.09.2019 г. на выполнение научно-исследовательской, опытно-технологической и опытно-конструкторской работы с ПАО «Авиационная корпорация «Рубин» (Московская обл., г. Балашиха) на тему: «Разработка технологии производства уникальных литых деталей из

сплавов цветных металлов для летательных аппаратов на базе цифровых технологий и применения перспективных импортозамещающих материалов с целью повышения конкурентноспособности отечественного авиастроения» в рамках Постановления Правительства РФ № 218, 11 очередь.

Основные научно-технические достижения

1. Введена в эксплуатацию порталная установка вертикального литья вверх ПУВЛ–450, позволяющая получать слитки диаметром от 15 до 55 мм из медных, алюминиевых и др. сплавов с температурой плавления до 1100 °С (Договор с ПАО «АК «Рубин»);

110 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

2. Разработан и испытан комплексный технологический процесс получения литых заготовок из антифрикционной бронзы для диффузионной сварки со сталью для деталей плунжерных насосов и гидроприводов (Договор с ПАО «АК «Рубин»);
3. Разработаны предложения в программу и методику предварительных испытаний опытных образцов деталей типа «Оптическое зеркало» в части определение макро-, микроструктуры, твердости и микротвердости (Договор с АО «Композит»);
4. Проведено моделирование литья по выплавляемым моделям отливок из жаропрочного никелевого сплава ВЖЛ–14Н ВИ с целью оценки эффективности существующей технологии литья (Договор с ПАО «ОДК–Кузнецов»);
5. Разработан новый пожаробезопасный магниевый сплав для авиации, предназначенный для замены алюминиевых и титановых сплавов в ряде деталей авиадвигателя с целью снижения их веса (Договор с АО «ОДК» «НИИД»).

Подготовка специалистов высшей квалификации

По результатам ГИА в 2021 г. присвоена квалификация «Исследователь. Преподаватель–исследователь» Петровой Анне Валерьевне (гр. АТМ–17–ЛТиХОМ). Тема научно–квалификационной работы:

«Повышение адекватности компьютерного моделирования процессов заполнения формы при изготовлении сложных тонкостенных отливок».

Основные публикации

1. Bazhenov, V.E., Koltygin, A.V., Sung, M.C., Belov, V.D., Malyutin, K.V. Development of Mg–Zn–Y–Zr casting magnesium alloy with high thermal conductivity // *Journal of Magnesium and Alloys*, 2021, 9(5), стр. 1567–1577;
2. Bazhenov, V.E., Li, A.V., Komissarov, A.A., Mukhametshina, A.M., Tokar, A.A. Microstructure and mechanical and corrosion properties of hot-extruded Mg–Zn–Ca–(Mn) biodegradable alloys // *Journal of Magnesium and Alloys*, 2021, 9(4), стр. 1428–1442;
3. Bazhenov, V.E., Titov, A.Y., Shkalei, I.V., Belov, V.D., Yudin, V.A. Study of the Properties of C92900 Bronze Obtained by Permanent Mold Casting, Upward Casting, and Hot Extrusion // *Russian Journal of Non–Ferrous Metals*, 2021, 62(4), стр. 413–423;
4. Koltygin, A.V., Bazhenov, V.E., Plisetskaya, I.V., Belov, V.D., Yudin, V.A. Susceptibility of Mg–REM–Zn–Zr Magnesium Alloys to Casting Unsoundness // *Russian Metallurgy (Metally)*, 2021, 2021(7), стр. 821–829;
5. Bazhenov, V.E., Titov, A.Y., Shkalei, I.V., Mezrin, A.M., Koltygin, A.V. Effect of the Cooling Rate on the Microstructure and Properties of C92900 Bronze // *Russian Journal of Non–Ferrous Metals*, 2021, 62(3), стр. 274–285;
6. Bazhenov, V.E., Saidov, S.S., Tselovalnik, Y.V., Koltygin, A.V., Belov, V.D. Comparison of castability, mechanical, and corrosion properties of Mg–Zn–Y–Zr alloys containing LPSO and W phases // *Transactions of Nonferrous Metals Society of China (English Edition)*, 2021, 31(5), стр. 1276–1290;
7. Bazhenov, V.E., Tselovalnik, Y.V., Koltygin, A.V., Belov, V.D. Investigation of the Interfacial Heat Transfer Coefficient at the Metal–Mold Interface During Casting of an A356 Aluminum Alloy and AZ81 Magnesium Alloy into Steel and Graphite Molds // *International Journal of Metalcasting*, 2021, 15(2), стр. 625–637;
8. Bazhenov, V.E., Titov, A.Y., Shkalei, I.V., ...Belov, V.D., Yudin, V.A. Investigation of Effect of Casting Rate on Structure and Properties of Bronze Br010S2N3 Rods Prepared by Upwards Continuous Casting // *Metallurgist*, 2021, 65(7–8), стр. 735–745;
9. Aryshenskii, E., Lapshov, M., Hirsch, J., ...Drits, A., Zaitsev, D. Influence of the small sc and zr additions on the as-cast microstructure of al–mg–si alloys with excess silicon // *Metals*, 2021, 11(11), 1797;
10. Yashin, V.V., Aryshenskii, E.V., Drits, A.M., Ragazin, A.A., Bazhenov, V.E. Effect of Scandium on the Microstructure of the Al–Cu–Mn–Mg–Hf–Nb Alloy // *Physics of Metals and Metallography*, 2021, 122(10), стр. 960–968;
11. Belyaev, I.V., Pavlov, A.A., Bazhenov, V.E., Stepnov, A.A., Kireev, A.V. Effect of Heat Treatment Temperature on the Pore Size and Density in Plasma Sprayed Aluminum Oxide Parts // *Inorganic Materials*, 2021, 57(2), стр. 213–218;
12. Bazhenov, V.E., Petrova, A.V., Rizhsky, A.A., Sannikov, A.V., Belov, V.D. Simulation and Experimental

Validation of A356 and AZ91 Alloy Fluidity in a Graphite Mold // International Journal of Metalcasting, 2021, 15(1), стр. 319–325;

13. Tavalzhanskii, S.A., Pashkov, I.N. Features of the Continuous Casting of Small-Section Billets from Copper-Based Alloys // Metallurgist, 2021, 64(9–10), стр. 1068–1076;
14. Pashkov, I.N., Misnikov, V.E., Morozov, V.A., Gadzhiev, M., Bazlova, T.A. Influence of solder and flux

composition on thermal stability of brazed PDC cutters // Welding International, 2021, 35(1–3), стр. 121–126;

15. Viacheslav Bazhenov, Anastasia Lyskovich, Anna Li, Vasily Bautin, Alexander Komissarov, Andrey Koltygin, Andrey Bazlov, Alexey Tokar, Denis Ten, Aigul Mukhametshina Effect of Heat Treatment on the Mechanical and Corrosion Properties of Mg–Zn–Ga Biodegradable Mg Alloys // Materials, 2021, 14(24), 7847.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

Публикации в российских научных журналах из списка ВАК – 5;

Публикации в научных журналах, индексируемых в базах данных WoS, Scopus – 17;

Конференции, в которых принимали участие сотрудники подразделения – 6:

1. Международная научно-техническая конференция «Проблемы и перспективы развития двигателестроения» (Самарский университет, ПАО «ОДК–Кузнецов», г. Самара, 23–25 июня 2021 г.);
2. XV Международный Съезд литейщиков (г. Москва, 8–10 июня 2021 г.);
3. 2-я Международная конференция по алюминевому литью (Алюминиевая ассоциация, 28–29 июня 2021 г.);
4. ВУЗПРОМЭКСПО–2021 (г. Москва, 9–10 декабря 2021 г.);
5. Российская научно-техническая конференция с международным участием «Инновационные технологии в электронике и приборостроении» (МИРЭА – Российский технологический университет, г. Москва, 05–12 апреля 2021 г.);
6. X-ая Евразийская научно-практическая конференция «Прочность неоднородных структур» – ПРОСТ 2020/2021 (НИТУ «МИСИС», г. Москва, 20–22 апреля 2021 г.).

Выставки, на которых были представлены экспонаты или стенды научных разработок с участием сотрудников подразделения – 5:

1. Международный авиакосмический салон МАКС–2021 (Московская обл., Жуковский, 20–25 июля 2021 г.);
2. Форум «ИНДУСТРИЯ–3D» (г. Москва, 18–21 октября 2021 г.);

3. VII Международный военно-технический форум «Армия России 2021» (г. Москва, 22–28 августа 2021 г.);
4. Тематический форум «Создание единого отраслевого литейно-производственного комплекса ГК «Роскосмос» (г. Москва, 2 сентября 2021 г.);
5. 27-я Международная промышленная выставка «Металл–Экспо» 2021 (г. Москва, 11–13 ноября 2021 г.).

Объекты интеллектуальной собственности – 9:

1. Магнийевый 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 С1, 18.10.2021. Заявка № 2020140251 от 08.12.2020;
2. Способ изготовления заготовок из антифрикционной бронзы литьем с последующей экструзией / 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 С1, 29.11.2021. Заявка № 2021116847 от 10.06.2021;
3. 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;
4. Способ обработки алмазных материалов / Полушин Н.И., Ножкина А.В., Храмченкова Е.С., Ермолаев А.А., Ермолаев А.А., Лаптев А.И., Маслов А.Л., Сорокин И.Н. // Патент на изобретение 2 743 078 С1, 15.02.2021, Бюл. № 5. Заявка № 2020130324 от 15.09.2020;
5. 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;

6. 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 С1, 11.01.2022. Заявка № 2021124118 от 13.08.2021;
7. Устройство для рафинирования жидкого магниевых сплава продувкой / Окулов А.Б., Юдин В.А., Колтыгин А.В., Баженов В.Е., Никитина А.А., Белов В.Д. // Патент на изобретение 2745049 С1, 18.03.2021. Заявка № 2020126310 от 07.08.2020;
8. High Strength Cryogenic Austenitic Corrosion Resistant Weldable Construction Steel and Production Method (Конструкционная криогенная аустенитная высокопрочная коррозионностойкая свариваемая сталь и способ ее обработки) / Филонов М.Р., Баженов В.Е., Глебов А.Г., Капуткина Л.М., Капуткин Д.Е., Киндоп В.Э., Свяжин А.Г., Смарикина И.В. // ЕА 036755 В1, 16.12.2020 (Евразийское патентное ведомство);
9. High Strength Cryogenic Austenitic Corrosion Resistant Weldable Construction Steel and Production Method (Конструкционная криогенная аустенитная высокопрочная коррозионностойкая свариваемая сталь и способ ее обработки) / Филонов М.Р., Баженов В.Е., Глебов А.Г., Капуткина Л.М., Капуткин Д.Е., Киндоп В.Э.,

Свяжин А.Г., Смарикина И.В. // CN 110475897 В, 04.05.2021 (Китай).

Кандидатские диссертации – 1

16 декабря 2021 г. состоялась защита кандидатской диссертации Качалова Алексея Юрьевича на тему: «Исследование процесса формирования крупногабаритных титановых отливок для летательных аппаратов в графитовых литейных формах и разработка безмодельной технологии их изготовления» по специальности 05.16.04 – «Литейное производство».

Аттестованные методики – 2;

Уникальное оборудование – 1 (портальная установка вертикального литья вверх ПУВЛ–450)

Премии и награды за научно-инновационные достижения – 2:

1. Коллективу кафедры в составе В.Д. Белова, А.В. Колтыгина, В.Е. Баженова, А.Ю. Титова и В.А. Юдина вручена медаль за разработку технологии изготовления литых заготовок из антифрикционной бронзы для диффузионной сварки со сталью (Металл–Экспо–2021);
2. Баженов Вячеслав Евгеньевич – к.т.н., старший научный сотрудник награжден нагрудным знаком «Молодой ученый» (Приказ Минобрнауки России от 30 декабря 2021 г. № 1716 к/н).

Контактная информация

Белов Владимир Дмитриевич, заведующий кафедрой

+7 495 951–17–25

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, к.т.н. Поздняков А.В.);
- сверхпластичность сплавов (руководитель – к.т.н. Михайловская А.В.);
- композиционные материалы (руководитель – с.н.с., к.т.н. Просвиряков А.С.);
- аморфные металлические материалы (руководитель – д.т.н. Лузгин Д.В.);
- неупругость металлических материалов (руководитель – проф., д.ф.-м.н. Головин И.С.);
- моделирование структуры и свойств металлических материалов (руководитель – к.т.н. Солонин А.Н.);
- исследование и разработка материалов для аддитивных технологий (руководитель – к.т.н. Солонин А.Н.);
- разработка технологий печати полимерных изделий (руководитель – к.т.н. Кузнецов В.Е.).

Кадровый потенциал подразделения

Докторов наук: 1 чел; кандидатов наук: 20 чел; аспирантов: 11 чел; инженерно-технических работников: 7 чел; студентов, задействованных в НИР: 8 чел.

Наиболее крупные проекты

1. Грант РНФ по теме «Неоднородные структурные состояния в сплавах на основе железа с магнитомеханическим взаимодействием: корреляция физических и инженерных свойств»;
2. Грант РНФ по теме «Разработка физико-математических моделей разрушения и структурообразования в стали для создания передовых технологий пластической деформации»;
3. Грант РНФ по теме «Ультрамелкозернистые «магналии» со структурой композиционного типа, обладающие повышенной прочностью и высокоскоростной сверхпластичностью»;
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 «Структурообразование и механизмы сверхпластической деформации титановых сплавов, легированных бета-стабилизаторами и редкоземельными металлами».

Основные научно-технические достижения

1. Исследовано влияние магния и марганца на структуру и механизмы упрочнения новых квазибинарных сплавов на основе систем Al-Cu-Y-Zr и Al-Cu-Er-Zr. Сплавы имеют узкий

60 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

интервал кристаллизации, высокую термическую стабильность, высокую прочность и жаропрочность, упрочняются термической и деформационной обработкой. Предложены новые малолегированные алюминиевые сплавы Al–Y–Sc–Yb и Al–Yb–Er–Sc, сочетающие высокую прочность, термическую стабильность до 300°C и электропроводность;

2. Разработаны новые жаропрочные высокотехнологичные литейные и деформируемые алюминиевые сплавы на основе систем Al–Cu–Y и Al–Cu–Er, дополнительно легированные магнием, марганцем, цирконием, титаном, содержащие примеси железа и кремния;
3. Впервые удалось идентифицировать метастабильные и стабильные фазы в сплавах железа с повышенным содержанием (35–45%) галлия. Изучены и систематизированы неупругие эффекты при фазовых превращениях в Fe–(15–45)%Ga. Разработан высокодемпфирующий сплав системы Fe–Ga–La. Установлены закономерности спиноподального распада в демпфирующих сплавах памяти формы систем MnCu и MnCuCr;
4. Для сплавов на основе систем Al–Mg и Al–Mg–Si показана эффективность легирования дисперсоидообразующими (Zr,Sc,Y) и эвтектикообразующими (Fe,Ni,Y) элементами обеспечивающими гетерогенную структуру с бимодальным распределением частиц вторых фаз для достижения сверхпластичности при повышенных

скоростях и повышенного уровня механических свойств при комнатной температуре при сохранении достаточно высокой коррозионной стойкости сплавов. Показана эффективность использования всесторонней изотермическойковки для сплавов данного типа, при этом, наличие эвтектической составляющей позволяет повысить однородность зеренной структуры в сплавах при меньшей степени деформации;

5. В сплавах на основе системы Al–Mg вклад зернограницного скольжения в общее удлинение при сверхпластической деформации в 1,5–2 раза меньше, чем в сплавах Al–Mg–Zn, что вызвано зернограницными сегрегациями атомов магния и цинка которые затрудняют и облегчают ЗГС, соответственно. При этом, в сплавах Al–Mg наблюдается рост вклада зернограницного скольжения при уменьшении размера зерна и при увеличении степени деформации;
6. Установлены режимы отжига Mn–содержащих сплавов с Cu или Mg обеспечивающие формирование наноразмерных выделений метастабильной квазикристаллической икосаэдрической I–фазы, и, как следствие, рост температуры начала рекристаллизации и характеристик прочности листов после термомеханической обработки. Показано, что благодаря интенсивному зарождению частиц вблизи дислокаций, плотность наноразмерных выделений I–фазы после отжига увеличивается в случае применения предварительной деформации.

Подготовка специалистов высшей квалификации

В 2021 году на кафедре были подготовлены к защите и успешно защищены 4 диссертации на соискание ученой степени кандидата наук:

1. Кищик А.А. Разработка сплавов на основе системы Al–Mg с высокоскоростной сверхпластичностью;
2. Мохамед Абделкарием Карам Абделкарием. Формирование структуры литых Fe–Ga сплавов при контролируемом охлаждении и отжиге;
3. Сунь Лиин. Закономерности структурообразования и особенности мартенситного превращения в сплавах систем Mn–Cu и Fe–Mn;
4. Занаева Э.Н. Разработка функциональных материалов на основе аморфных сплавов систем Fe–B–P–Si–Mo–Cu и (Fe,Ni)–B–P–Si–C.

Основные публикации

1. Belova I.V., Golovin I.S., Paul A., Murch G.E., Divinski S.V., Muralikrishna G.M., Tas B., Esakkiraja N., Esin V.A., Kumar K.C.H. Composition dependence of tracer diffusion coefficients in Fe–Ga alloys: A case study by a tracer–diffusion couple method. // Acta Materialia 2021 V. 203. 116446;
2. Wan YX, Li HS, Chen CJ, Kong FL, Shen BL, Churyumov A, Shalaan E, Al–Ghmadi AA, Botta WJ, Inoue A Compositional influence on heating–induced clustered glass formation for multicomponent Zr–55–(60)Al10(Co,Ni,Cu,Ag) (30–35) alloys. // Intermetallics 2021 V. 135. 107233;
3. Vershinina T.N., Bobrikov I.A., Sumnikov S.V., Boev A.O., Balagurov A.M., Mohamed A.K., Golovin I.S. Crystal structure and phase composition evolution during heat treatment of Fe–45Ga alloy. // Intermetallics 2021 V. 131. 107110;

4. Zanaeva EN, Milkova DA, Bazlov AI, Ubyivovk EV, Tabachkova NY, Churyumov AY, Inoue A Crystallization and its kinetics of soft magnetic $(\text{Fe}_{1-x}\text{Ni}_x)_{79}\text{B}_{12}\text{P}_5\text{Si}_3\text{C}_1$ glassy alloy ribbons. // Journal of Alloys and Compounds 2021 V. 888. 161475;
5. Amer S.M., Mikhaylovskaya A.V., Barkov R.Y., Kotov A.D., Mochugovskiy A.G., Yakovtseva O.A., Glavatskikh M.V., Loginova I.S., Medvedeva S.V., Pozdniakov A.V. Effect of Homogenization Treatment Regime on Microstructure, Recrystallization Behavior, Mechanical Properties, and Superplasticity of Al–Cu–Er–Zr Alloy. // JOM Journal of the Minerals, Metals and Materials Society 2021 V. 73 P. 3092–3101;
6. Khomutov M.G., Amer S.M., Barkov R.Y., Glavatskikh M.V., Churyumov A.Y., Pozdniakov A.V. Hot deformation behavior of novel al–cu–y(Er)–mg–mn–zr alloys. // Metals 2021 V. 11. 1521;
7. Mochugovskiy AG, Tabachkova NY, Ghayoumabadi ME, Cheverikin VV, Mikhaylovskaya AV Joint effect of quasicrystalline icosahedral and L1(2)–structured phases precipitation on the grain structure and mechanical properties of aluminum–based alloys. // Journal of Materials Science and Technology 2021 V. 87 P. 196–206;
8. Golovin I.S., Palacheva V.V., Mohamed A.K., Cifre J., Dubov L.Y., Samoylova N.Y., Balagurov A.M. Mechanical spectroscopy of atomic ordering in Fe–(16–21)Ga–RE alloys. // Journal of Alloys and Compounds 2021 V. 864. 158819;
9. Mikhaylovskaya A.V., Esmaeili Ghayoumabadi M., Mochugovskiy A.G. Superplasticity and mechanical properties of Al–Mg–Si alloy doped with eutectic–forming Ni and Fe, and dispersoid–forming Sc and Zr elements. // Materials Science and Engineering: A 2021 V. 817. 141319.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

- в российских научных журналах из списка ВАК – 12;
- в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 63;
- объектов интеллектуальной собственности, аттестованных методик – 6;
- выставок, на которых были представлены экспонаты или стенды научных разработок с участием сотрудников подразделения – 1;
- конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения – 23;
- защищенных кандидатских и докторских диссертаций – 4.

Контактная информация

Солонин Алексей Николаевич, заведующий кафедрой

8(499) 236–31–29.

solonin@misis.ru

КАФЕДРА МЕТАЛЛУРГИИ СТАЛИ, НОВЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛОВ



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

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 функционируют 2 лаборатории:

- лаборатория холодного моделирования процессов продувки жидкой стали в кислородном конвертере, ковше и циркуляционном вакууматоре;
- лаборатория с приглашенными зарубежными учеными «Перспективные прецизионные материалы», которая специализируется на разработке технологий получения прецизионных материалов для производства миниатюрных технических устройств с использованием аддитивных и MIM-технологии, систем селек-

тивной магнитной сепарации, материалов для терапевтической онкологической гипертермии. Лаборатория оснащена современным оборудованием: METKON; NCS Germany, OBLF; и имеет ряд уникальных установок.

На учебно-научно производственной базе «Тёплый стан» имеется 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.

Основные научные направления деятельности

- Теория и технология производства стали и сплавов в различных металлургических – агрегатах;
- Разработка и оптимизация технологий внепечной обработки и разлива 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;
- Интеллектуальные магнитные материалы для технических и биомедицинских приложений;
- Селективная магнитная сепарация;
- Новые технологии модернизации состояния поверхности лёгких конструкционных материалов и сталей, замещающие традиционные методы;
- Аддитивные технологии.

Кадровый потенциал подразделения

5 – профессоров; 8 – доцентов; 1 – старший преподаватель; 2 – ведущих научных сотрудника; 1 – старший научный сотрудник; 2 – научных сотрудника; 1 – ведущий эксперт; 21 – аспирант; 2 – учебных мастера.

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

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), Osterreichische Akademie Der Wissenschaften, Institute of Materials Science of Madrid, Spanish National Council for Research, CSIC.

1. АО «ЦНИИПромзданий» (МИНСТРОЙ РФ) «Разработка проекта национального стандарта и актуализации утвержденных ранее национальных стандартов в области ограждающих строительных конструкций» (госзаказ);
2. ПАО «НЛМК» Оценка атмосферостойкости стали S235JOW (КОРТЕН) в условиях открытых атмосфер;
3. ПАО «НЛМК» «Оценка коррозионной стойкости и долговечности оцинкованного проката с полимерным покрытием производства ПАО «НЛМК».

Основные научно-технические достижения

Патент программы для ЭВМ «SyTherMa» – равновесие. № 2021668194. Дата регистрации 11.11.2021 г. Толстолицкий А. А., Котельников Г. И., Ботников С. А.

Основные публикации

1. S. Prokoshkin, Y. Pustov, Y. Zhukova, P. Kadirov, S. Dubinskiy, V. Sheremetyev, M. Karavaeva, Effect of thermomechanical treatment on functional properties of biodegradable Fe–30Mn–5Si shape memory alloy, Metallurgical and materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science, 2021, vol.52, pp. 2024–2032;
2. S. Prokoshkin, Y. Pustov, Y. Zhukova, Effect of thermomechanical treatment on structure and functional fatigue characteristics of biodegradable Fe–30Mn–5Si shape memory alloy, Materials, 2021, v.14, pp. 3327;
3. Rakoch A.G., Khabibullina Z.V., O.V. Volkova, A.V. Borko, Tran Van Tuan, I.V. Suminov, S.V. Zhukov, Influence of current density and duration of PET of AA2024 alloy on the rate and growth mechanisms of a coating's wear-resistant anticorrosive inner layer, International Journal of Corrosion and Scale Inhibition, 2021. 10. №4. P. 1621–1637;
4. Rakoch A.G., Kuznetsov Yu.I., Tran Van Tuan, Khabibullina Z.V., Gladkova A.A., Chirkunov A.A., Semiletov A.M., Black decorative anticorrosion coatings obtained on AA2024 alloy by plasma-electrolytic treatment and inhibition, International Journal of Corrosion and Scale Inhibition, 2021. №2. P. 562–579;
5. Alexander G.Rakoch, Tran Van Tuan, Zukhra V. Khabibullina, Carsten Blawert, Maria Serdechnova, Nico Scharnagl, Mikhail L. Zheludkevich, AleKSandra A. Gladkova, Role of cobalt additive on formation and anticorrosion properties of PEO coatings on AA2024 alloy in alkali-silicate electrolyte, Surface and Coatings Technology, 2021. 128075;
6. Подкур С. В., Котельников Г. И., А. В. Павлов, Д. А. Мовенко. Выход годной стали на металлургических заводах мира в зависимости от крупнодисперсных осадков. (журнал «Черные металлы», №3, 2021);
7. Подкур С. В., Котельников Г. И., Семин А. Е. Развитие черной металлургии – эффективный путь восстановления Сирии. (журнал «Черные металлы», №11, 2020);

8. Подкур С. В., Котельников Г. И., Семин А. Е., Божесков А. Н. Анализ влияния влажности атмосферы на дефекты непрерывнолитой заготовки из трубной стали. (журнал «Электрометаллургия», № 2, 2021);
9. Подкур С. В., Котельников Г. И., Аксенова В. В., Сомов С. А., Ботников С. А., Абдельвахед Х., Хасан А. И. Пути снижения содержания водорода в стали за счет совершенствования технологии выплавки полупродукта в ДСП (журнал «Тяжелое машиностроение», № 4, 2021);
10. Подкур С. В., Котельников Г. И., Семин А. Е., Ботников С. А. Зависимость уровня отсортировки металла от влажности атмосферы (журнал «Тяжелое машиностроение», № 1–2, 2021);
11. Подкур С. В., Котельников Г. И., Рябцев А. Д., Гарченко А. А. Влияние массового содержания кислорода в воздухе на технико-экономические показатели выплавки стали 08X18H10T. (журнал «Тяжелое машиностроение», № 9, 2021);
12. Abdelrhman Hassan, Georgy Kotelnikov & Hany Abdelwahed. Melting characteristics of alternative charging materials in an electric arc furnace steelmaking. (Журнал «Ironmaking & Steelmaking», опубликовано 05.07.2021).

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

- общее количество публикаций: 31. Из них статей – 17 (в том числе, статей в Web of Science – 2, Scopus – 4, в журналах, рекомендованных ВАК – 11);
- количество выставок, на которых были представлены экспонаты или стенды научных разработок с участием сотрудников кафедры – 1;
- количество конференций, организованных кафедрой – 1;
- количество конференций, в которых участвовали сотрудники кафедры – 13.

Награды студентов, аспирантов и сотрудников кафедры

1. Победители стипендиального конкурса им. Е.Ф. Вегмана от ГК «МетПром»: Борко Алина Валерьевна (АХТ–21–МЗМ), Жармухамбетов Алпс Савырович (АТМ–21–МЗМ–1), Караваева Мария Артёмовна (ММТ–20–12–41), Остриков Андрей Вячеславович (МУТС–21–1–4);
2. Победитель стипендиального конкурса им. В.А. Григоряна от Эндаумент фонда НИТУ «МИСИС» – Караваева Мария Артёмовна (ММТ–20–12–41);
3. Лауреаты конкурса «Молодые учёные» в рамках Металл Экспо–2022: Бубнёнков Богдан Борисович (АТМ–21–МЗМ–1), Ем Антон Юрьевич (АТМ–20–МЗМ–1), Жармухамбетов Алпс Савырович (АТМ–21–МЗМ–1), Калмыков Андрей Алексеевич (АТМ–21–МЗМ–1);
4. Призеры конкурса проектных работ им. академика А.А. Бочвара: Дедкова Анастасия Дмитриевна (МУТС–21–1–4), Колобов Александр Андреевич (МУТС–21–1–4), Литвиненко Елизавета Валерьевна (МУТС–21–1–4), Баловнева Виктория Владиславовна (ММТ–21–9–41), Ковтун Михаил Юрьевич (ММТ–21–9–41), Набихонов Хусанхон Зиедуллахон угли (ММТ–21–9–41), Насретдинов Жасурбек (ММТ–21–9–41), Тухтаев Тимур Комилович (ММТ–21–9–41), Усмонов Шерзод Ахрорович (ММТ–21–9–41);
5. Участник программы стажировок НЛМК «Академия стальных возможностей» – Букинич Александр Васильевич (БМТ–18–1);
6. Призовые места в кейс–чемпионатах: 1 место по направлению экологические коммуникации проекта «Экотон РЖД 2021», 3 место в кейс–чемпионате Pre–Brandstorm – Морозов Илья Павлович (ММТ–20–7–23).

Контактная информация

Дуб Алексей Владимирович, заведующий кафедрой
8 (495) 638–45–17
doub@cniitmash.ru

КАФЕДРА ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ



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

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 продольной прокатки, пресования и волочения черных и цветных металлов, которые охватывают механику процессов 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 технологических процессов пластической обработки металлов.

Основные научные направления деятельности

1. Радиально-сдвиговая прокатка высоколегированных металлов и сплавов, титановых и циркониевых сплавов;
2. Технологические процессы 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.

Кадровый потенциал подразделения

Докторов наук – 14 чел; кандидатов наук – 29 чел; научных сотрудников – 8 чел; аспирантов – 36 чел; инженерно-технических работников – 38 чел.

172 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Наиболее крупные проекты

1. Увеличение кампании рабочих и опорных валков ЛПЦ-2 и ЛПЦ-1 за счет увеличения рабочего слоя валков до оптимального уровня при обеспечении текущей технологии производства. Объем финансирования 9 млн. руб.;
2. Исследование и анализ функциональных свойств образцов сплавов с памятью формы, полученных методами аддитивного производства. Объем финансирования 6 млн. руб.;
3. Наноструктурные сверхупругие сплавы Ti-Zr-Nb для костных имплантатов с повышенной биосовместимостью, достигаемой плазменно-электролитическим оксидированием поверхности. Тема РНФ с объемом финансирования 6 млн. руб.;
4. Создание научных принципов многокомпонентного легирования заэвтектических кальцийсодержащих алюминиевых сплавов с особыми физико-механическими свойствами. Тема РНФ с объемом финансирования 5,5 млн. руб.;
5. Научные основы создания термостабильных структур высокой дисперсности для повышения прочности и жаропрочности алюминиевых сплавов на базе систем Al-Cu(-Si, Mn, Ca), содержащих микродобавки Sn, Mg, In. Тема РНФ с объемом финансирования 5 млн. руб.

Основные научно-технические достижения

1. В рамках проектов РФФИ обоснованы составы перспективных алюминиевых сплавов и технологии получения из отливок и деформируемых полуфабрикатов. Среди них термостойкие сплавы на основе системы Al–Cu–Mn, не требующих гомогенизации и закалки; заэвтектические кальций-содержащие сплавы с особыми физико-механическими свойствами; высокопрочные сплавы на основе системы Al–Cu с микродобавками олова и индия. Работа была представлена на Международном авиа-космическом салоне МАКС 2021;
2. В рамках НИОКР выполнена проработка конструктивной и технологической возможности увеличения диаметров валков станов 2800/1700 и 2000 ПАО «Северсталь» Череповецкий металлургический комбинат. На основании полученных моделей определены допустимые диапазоны диаметров валков с учетом технологии производства, позволяющие увеличить толщину рабочего слоя валков и общей кампании рабочих и опорных валков;
3. Выполнено исследование процесса радиально-сдвиговой прокатки (РСП) алюминиевых промышленных сплавов на основе компьютерного моделирования. Экспериментально установлен характер формирования микроструктуры в процессе РСП и описаны закономерности влияния факторов процесса на деформируемость алюминиевых заготовок. Показана перспективность использования РСП как эффективного способа управляемого пластического деформирования алюминиевых сплавов и получения прутков с полезным комплексом механических свойств;
4. Впервые изучено влияние сочетания РКУП при 250 °С и последеформационного отжига на структуру и механические свойства сплава Ti–18Zr–15Nb с памятью формы медицинского назначения. Показано, что РКУП приводит к формированию преимущественно нанокристаллической структуры, состоящей из равноосных структурных элементов (зерен и субзерен) β -фазы диаметром от 20 до 100 нм с некоторым количеством α'' - и ω - фазы. В этом структурном состоянии сплав обладает высокой прочностью ($\sigma_{0,2} = 962$ МПа, $\sigma_{\text{в}} = 988$ МПа). Дополнительный отжиг после РКУП при 525 °С (5 мин) формирует субмикроструктурную структуру (зерна диаметром 100–400 нм) β -фазы, что способствует снижению прочности ($\sigma_{0,2} = 526$ МПа, $\sigma_{\text{в}} = 835$ МПа) и повышению пластичности;
5. Впервые экспериментально обнаружено нетипичное Элинварное поведение β -сплава Ti–22Nb–6Zr. Показано, что данный эффект не является результатом взаимодействия магнитных доменов, фазовых превращений, предпереходных явлений, высокой плотности дислокаций или анизотропии низкосимметричной кристаллической решетки, а является результатом низкой температурной чувствительности упругих констант ОЦК решетки β -фазы.

Подготовка специалистов высшей квалификации

В 2021 году 10 аспирантов защитили НКР и получили диплом преподавателя исследователя, 4 аспиранта защитили кандидатские диссертации.

Основные публикации

1. N.A. Belov, T.K. Akopyan, N.O. Korotkova, P.K. Shurkin, V.N. Timofeev, O.A. Raznitsyn, T. A. Sviridova. Structure and Heat Resistance of High Strength Al–3.3%Cu–2.5%Mn–0.5%Zr (wt.%) Conductive Wire Alloy Manufactured by Electromagnetic Casting, *Journal of Alloys and Compounds*, 2021, 891, 161948;
2. E. Naumova, V. Doroshenko, M. Barykin, T. Sviridova, A. Lyasnikova, P. Shurkin. Hypereutectic Al–Ca–Mn–(Mg) alloys as natural eutectic composites, *Metals*, 2021, 11, 890;
3. T.K. Akopyan, P.K. Shurkin, N.V. Letyagin, F.O. Milovich, A.S. Fortuna, A.N. Koshmin. Structure and Precipitation Hardening Response in a Cast and Wrought Al–Cu–Sn Alloy, *Materials Letters*, 2021, 130090;
4. Skripalenko, M., Karpov, B., Skripalenko, M., Romantsev, B., Galkin, S., Kaputkina, L., Yusupov, V. and Cheverikin, V., 2021. Radial–Shear Rolling of Titanium Alloy Billets with Flat and Profiled Ends. *Russian Metallurgy (Metally)*, 2021(13), pp.1681–1684;
5. Pater, Z., Tomczak, J., Bulzak, T., Wójcik, Ł. and Skripalenko, M., 2021. Prediction of ductile fracture in skew rolling processes. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 163, p.103706;

6. Gamin, Y., Skripalenko, M., Romantsev, B. and Kadach, M., 2021. Prediction of Billet Fracture at Two-High Screw Rolling Piercing. *Metallurgist*, 64(9–10), pp.1020–1028;
7. Sheremetyev, V., Churakova, A., Derkach, M., Gunderov, D., Raab, G., Prokoshkin, S. Effect of ECAP and annealing on structure and mechanical properties of metastable beta Ti–18Zr–15Nb (at.%) alloy (2021) *Materials Letters*, 305, статья № 130760 (IF= 3.423);
8. Prokoshkin, S., Pustov, Y., Zhukova, Y., Kadirov, P., Dubinskiy, S., Sheremetyev, V., Karavaeva, M. Effect of Thermomechanical Treatment on Functional Properties of Biodegradable Fe–30Mn–5Si Shape Memory Alloy (2021) *Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science*, 52 (5), pp. 2024–2032 (IF= 2.556);
9. Samusev, S. V., Fadeev, V. A., Budnikov, A. S., & Savonkin, M. B. Calculation and experimental technique for evaluating the parameters of the contact interaction of a strip billet with a roll tool in the ERW mill lines. *CIS Iron and Steel Review*, 22, 32–36, 2021. doi:10.17580/cisisr.2021.02.06;
10. Samusev, S.V., Fadeev, V.A. Development of methodology for calculating parameters of continuous deformation of pipe billet at production of electric-welded pipes of small and medium diameter. *Metallurgist* 65, 864–871 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11015-021-01231-9>;
11. Gamin, Y.V., Galkin, S.P., Romantsev, B.A. et al. Influence of Radial-Shear Rolling Conditions on the Metal Consumption Rate and Properties of D16 Aluminum Alloy Rods. *Metallurgist* 65, 650–659 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11015-021-01202-0>.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

- в российских научных журналах из списка ВАК – 55;
- в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 90;
- объектов интеллектуальной собственности, аттестованных методик – 5;
- конференций, конкурсы в которых принимали участие сотрудники подразделения – 5;
- защищенных кандидатских и докторских диссертаций – 4 (ктн).

Награды и премии 2021

- Гусев С.Е., Никифоров А.Р. (магистры), Страхов О.В. (бакалавр) – Стипендия Трубной металлургической компании им. А.Д. Дейнеко за успехи в учебной деятельности и научные исследования в области металлургии;
- Бычкова А.В., Космин И.В. (магистры), Игнатов Д.А., Фионов С.С. (бакалавры) – Именная стипендия имени Е.Ф. Вегмана;
- Мурыгин С.Р. «Роль структурной наследственности в управлении функционально-механическими характеристиками стареющего никелида титана», Комаров В.С., Карелин Р.Д., Черкасов В.В. «Управление структурой и комплексом механических и функциональных свойств никелида титана с памятью формы медицинского назначения», Никифоров А.Р., Борисов Д.А. «Анализ технологии прошивки на стане «МИСИС 130Д» с использованием программного комплекса QForm и экспериментальной оценкой» – лауреат конкурса «МЕТАЛЛ–ЭКСПО 2021»;
- Билан И.Т. (аспирант) – Премия за 2 место на XVII Молодёжной научно-практической конференции, секция «Автоматизация производства»; Премия за 3 место на XVII Молодёжной научно-практической конференции, секция «Финансовый менеджмент»;
- Никифоров А.Р. (магистр); Игнатов Д.А. (бакалавр) – победители конкурса «ТурНИР ОМК»;
- Лакиза В.А. (аспирант) – победитель конкурса ОМК Tech Accelerator 2021;
- к.т.н. Н.О.Короткова, в.н.с. Шереметьев В.А., в.н.с. Дубинский С.М. – лауреаты стипендии Президента Российской Федерации;
- Доцент Полякова К.А. – грант Президента РФ.

Контактная информация

Алеценко Александр Сергеевич, заведующий кафедрой

8 (495) 638–45–73

judger85@mail.ru

КАФЕДРА ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ



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

- Жаропрочные никелевые и титановые сплавы и их применение в технологиях селективного лазерного сплавления;
- Сверхтугоплавкие и дискретно-армированные композиционные материалы;
- Материаловедение и технологии производства твердых сплавов;

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

- Самораспространяющийся высокотемпературный синтез неорганических материалов;
- Металломатричные композиты и технологии получения сверхтвердых материалов;
- 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 атомной энергетики.

Кадровый потенциал подразделения

На кафедре работают: 7 профессоров, 6 доцентов, 3 старших преподавателя, 1 заведующий лабораторией, 3 ведущих эксперта научного проекта, 2 инженера, 1 учебный мастер, 3 лаборанта. Из них:

1 член-корр. РАН, 1 академик РАН, 3 академика международной академии керамики WAC, 7 докторов наук, 10 кандидатов наук. На кафедре обучаются 17 аспирантов.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ

Выполнялось 8 научных проектов, включая 3 проекта РФФИ, 3 гранта РФФИ, хоздоговоры с АО «Композит», ПАО «Русполимет» на общую сумму 21,277 млн. рублей, в том числе:

1. Проект РФФИ № 19-19-00117 «Перспективные функциональные композиционные материалы и покрытия для высокотемпературных областей применения», 6 млн. руб.;
2. Проект РФФИ № 17-79-20384 «Новое поколение алмазосодержащих материалов с контролируемой гибридной и градиентной структурой», 5 млн. руб.;

3. Проект РФФИ № 21-79-10103 «Самораспространяющийся высокотемпературный синтез новых керамических материалов на основе МАВ-фаз», 6 млн. руб.

21,277 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Основные научные и технические результаты

1. Получены новые керамические материалы в системах $TaC-TaSi_2-SiC$, Si_3N_4-TiN , $Si_3N_4-SiC-Ti(C,N)$ и $Si_3N_4-TaN-Ta_5Si_3$, в том числе *in situ* армированные волокнами SiC/Si_3N_4 . Использован комплексный подход, включающий в себя элементный синтез с добавлением газифицирующегося реагента или СВС в азоте в режиме фильтрационного горения, получение гетерофазных порошков и их горячее прессование. Установлены оптимальные режимы магнетронного напыления покрытий с использованием композиционных СВС-мишеней составов $Si_3N_4-TaN-Ta_5Si_3$, $TaC-TaSi_2-SiC$, $TaSi_2$ и $MoSi_2-MoB-ZrB_2$. Получены данные о химическом и фазовом составе, структуре и свойствах ионно-плазменных покрытий;
2. Разработаны новые составы металлических связей в системах $Fe-Ni-Cu$ и $Cu-Ti-Cr$, перспективных для создания алмазного режущего инструмента, предназначенного для «сухой» резки железобетона. Рассмотрено поведение при деформации композиционных материалов с металлической матрицей, модифицированной добавками, контролирующими износ – полыми корундовыми микросферами (ПКМ). Введение ПКМ в связку на основе сплава $Fe-Ni-Cu$ позволило уменьшить их износостойкость при трении о бетон в 2–3 раза. По результатам *in situ* механических испытаний в колонне ПЭМ определено значение адгезионной прочности разработанной связки $Fe-Ni-Cu$ к грани (100) алмазного монокристалла;
3. Исследована структура, магнитные и механические свойства иерархических твердых сплавов $WC-Co-TaC$. Установлено, что плотность нановыделений в связующей фазе существенно зависит от размера зерна сплава. Показано, что механизмы износа стандартного и иерархического сплава подобны, но по сравнению со стандартным сплавом $WC-Co$ иерархический сплав $WC-Co-TaC$ обладает сниженным в 2,25 раза износом. Методами ПЭМ и ChemiSTEM изучена кристаллическая структура нановыделений $Co-Ta-W-C$ и определены их межплоскостные расстояния;
4. С помощью механохимического синтеза из оксидов РЗМ получены порошки титаната и гафната церия (Ce_2TiO_5 , Ce_2HfO_5). Порошки представляют собой агломерированные нанокристаллические частицы размером от 20–200 нм. По технологии вакуумного спекания изготовлены компактные образцы поглощающих элементов (ПЭЛ) с относительной плотностью до 93% с характерной сотовой структурой, обеспечивающей эффективный отвод газообразных продуктов, выделяющихся при облучении.

Подготовка специалистов высшей квалификации

Защищены 2 кандидатские диссертации по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы:

1. Аспирант Зиновьева Маргарита Владимировна, тема: «Разработка гетерофазных сплавов для защиты композиционных материалов от воздействия высокоэнтальпийных потоков окислительного газа». Научный руководитель – д.т.н., профессор Левашов Е.А.;

2. Аспирант Пономарев Виктор Андреевич, тема: «Разработка биоактивных и бактерицидных покрытий, легированных функциональными элементами (Ca, P, B) и декорированных наночастицами Pt, Fe, Ag и Zn». Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Штанский Д.В.

Основные публикации

1. Bondarev, A.V., Antonyuk, M.N., Kiryukhantsev-Korneev, P.V., Polcar, T., Shtansky, D.V. Insight into high temperature performance of magnetron sputtered $Si-Ta-C-(N)$ coatings with an ion-implanted interlayer // *Applied Surface Science*, 2021, 541, 148526. (IF 6,707) Q1;
2. Vorotilo, S., Levashov, E.A., Kurbatkina, V.V., Loginov, P.A., Lopatin, V.Y., Orekhov, A.S. Theoretical and experimental study of combustion synthesis of microgradient ULTRA high-temperature ceramics in $Zr-Ta-Si-B$ system // *Journal of the European Ceramic Society*, 2021, 41(9), p. 4728–4746 (IF 5,302) Q1;
3. Loginov, P.A., Avdeenko, E.N., Zaitsev, A.A., Levashov, E.A. Structure and properties of powder alloys $Fe-(45-15)\%Ni-(10-5)\%Cu$, obtained via mechanical alloying // *CIS Iron and Steel Review*, 2021, pp. 82–87 (IF 2,12) Q1;
4. Loginov, P.A., Sidorenko, D.A., Orekhov, A.S., Levashov, E.A. A novel method for *in situ* TEM measurements of adhesion at the diamond-metal interface // *Scientific Reports*, 2021, 11(1), 10659 (IF 4,38) Q1;
5. Akopdzhanyan, T.G., Rupasov, S.I., Vorotilo, S. Chemically activated combustion synthesis of AlON under high nitrogen pressure // *Combustion and Flame*, 2021, 232, 111560. (IF 4,185) Q1;

6. Zaitsev, A.A., Konyashin, I., Loginov, P.A., Levashov, E.A., Orekhov, A.S. Radiation-enhanced high-temperature cobalt diffusion at grain boundaries of nanostructured hardmetal // Materials Letters, 2021, 294, 129746 (IF 3,423) Q2;
7. Eremeeva, Z.V., Kaplanskiy, Y.Y., Vorotylo, S., Neparushev, A.A., Sidorenko, D.A., Khvan, A.V. Fabrication of Nanodispersed Powder of Dysprosium Hafnate Dy_2HfO_5 by Mechanochemical Method // Inorganic Materials: Applied Research, 2021, 12(4), p. 1042–1046 (IF 0,75) Q2;
8. A critical review on spark plasma sintering of copper and its alloys Mohammad Abedi, Atefeh Asadi, Stepan Vorotilo, Alexander S. Mukasyan // Journal of Materials Science, 2021, 56, pp. 19739–19766. (IF 4,22) Q2.

Учебники и монографии

1. В.И. Костиков, Ж.В. Еремеева Технология композиционных материалов: учебное пособие – М.: Изд. Инфра-Инженерия, 2021. – 484 с. ISBN 978-5-9729-0520-1;
2. Г.Х. Шарипзянова, А.В. Андреева, Ж.В. Еремеева, Н.М. Ниткин Материалы в современном машиностроении: учебное пособие – Москва, Вологда: Изд. Инфра-Инженерия, 2021. – 192 с. ISBN 978-5-9729-0698-7.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

- Статей в журналах Web of Science и Scopus – 64;
- Статей в российских научных журналах из списка ВАК – 22;
- Количество сотрудников и аспирантов, защитивших кандидатские диссертации – 2;
- Количество поддержанных патентов на объекты промышленной собственности – 1;
- Количество конференций, в которых принимали участие сотрудники кафедры – 12;
- Количество выставок, на которых были представлены экспонаты или стенды научных разработок с участием сотрудников кафедры – 2.

Награды

1. Аспиранты кафедры Буйневич В.С. и Гудзь К.Ю. получили Стипендию Правительства РФ на 2021–2022 г. (по приоритетным направлениям);
2. Лауреатами Премии конкурса «Молодые ученые» на XXVII Международной промышленной выставке «МЕТАЛЛ–ЭКСПО'2021» (11–13 ноября, 2021, г. Москва, ЦВК «Экспоцентр») стали аспиранты кафедры:
 - Агеев М.И. за научно-исследовательскую работу: «Оптимизация параметров распыления промышленных порошков жаропрочного никелевого сплава ЭП648 и применение метода механической постобработки для повышения технологических свойств порошка»;
 - Марков Г.М. за научную работу: «Исследование свойств интерметаллидного сплава на основе алюминиды титана, полученного методом порошковой металлургии»;
 - Сытченко А.Д. за научно-исследовательскую работу: «Разработка износ- и жаростойких нанокomпозиционных покрытий на основе тугоплавких соединений тантала».

Контактная информация

Левашов Евгений Александрович, заведующий кафедрой

8 (495) 638–45–00

levashov.ea@misis.ru

www.pm-i-fp.ru

КАФЕДРА СЕРТИФИКАЦИИ И АНАЛИТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ



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

Научно-исследовательская деятельность кафедры направлена на развитие современных методов аналитического контроля продуктов неорганической природы, расширение сферы применения методов статистического управления процессами.

Кадровый потенциал подразделения

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

346 тыс. руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Основные научно-технические достижения

Проведены исследования возможностей метода спектрометрии лазерно-индуцированной плазмы (СЛИП) для дистанционной оценки качества сварного соединения в режиме реального времени в процессе сварки. Исследовано влияния различных областей сварочной ванны и сварного шва на СЛИП измерения. Обнаружено, что интенсивность линии кремния возрастает при абляции в сварочной ванне, что может свидетельствовать о повышенном испарении данного элемента. Проведены эксперименты с зондированием сварочной ванны импульсным лазером для различных режимов получения сварных соединений. При сравнении результатов СЛИП измерений при оптимальном режиме сварки и режима с отклонениями, в результате которых в шве возникают дефекты, обнаружено, что в случае «дефектного» режима сварки ухудшается воспроизводимость сигнала СЛИП и электронной температуры лазерной плазмы, возрастает степень ее ионизации [1, 2].

Продолжены исследования возможностей метода СЛИП для профилирования элементного состава композиционных износостойких покрытий (никелевый сплав, армированный частицами карбида вольфрама) на глубину до 2 мм. Применение сдвоенных нано- и микросекундных лазерных импульсов позволило достичь необходимой глубины лазерного кратера с параллельными СЛИП измерениями [3].

Впервые использован метод масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой в режиме анализа единичных частиц (МС-ИСП-ЕЧ) для определения форм нахождения металлов и металлоидов в

наночастицах вулканического пепла. Проведены исследования наночастиц образцов пепла вулканов Камчатки. Наночастицы вулканического пепла выделяли методом проточного фракционирования частиц в поперечном силовом поле во вращающейся спиральной колонке. Выделенные фракции были охарактеризованы методом динамического светорассеяния. Результаты МС-ИСП-ЕЧ анализа показали, что Ni, Zn, Ag, Cd, Tl, Pb, Bi, Te и Hg в наночастицах пепла вулкана Толбачика и Ni, Zn, Ag, Cd, Tl, Pb, Bi, Te в наночастицах пепла вулкана Ключевского содержатся в виде индивидуальных нанофаз. Для As в наночастицах пепла Толбачика и As, Hg в наночастицах пепла Ключевского не обнаружено статистически значимой разницы между их концентрацией в суспензиях наночастиц и контрольных образцах. МС-ИСП-ЕЧ анализ наночастиц пеплов Шивелуча, Кизимена и большого трещинного Толбачевского извержения (БТТИ) показал, что для большинства исследуемых металлов и металлоидов их концентрации в суспензиях наночастиц и контрольных образцах не имеют статистически значимых различий. Исключение составляют Ag и Hg в наночастицах пепла Шивелуча, Bi в наночастицах пепла Кизимена и Ag, Tl, Bi в наночастицах пепла БТТИ. Таким образом, показано, что металлы и металлоиды содержатся в наночастицах вулканического пепла в виде индивидуальных нанофаз. Чтобы оценить соотношение металлов и металлоидов, содержащихся в виде индивидуальных нанофаз и в адсорбированном виде на пирокластических частицах, были сопоставлены концентрации элементов, определенные

с помощью МС–ИСП–ЕЧ и концентрации, определенные после кислотного разложения наночастиц вулканического пепла. Было показано, что часть элементов полностью содержатся в наночастицах только в виде индивидуальных нанофаз, а другая часть как в виде индивидуальных нанофаз, так и в адсорбированном виде. Набор элементов, находящихся в том или ином виде, зависит от образца пепла, что, вероятно, связано со специфическими характеристиками разных извержений и, таким образом, условиями образования пепла. Полученные результаты открывают новые возможности для изучения состава наночастиц вулканического пепла и их поведения в окружающей среде [4].

Разработан подход для определения $Fe_{мет}$ в металлизированных продуктах металлургического производства с использованием комбинированного рентгенодифракционного–рентгенофлуоресцентного метода, позволяющего значительно сократить время проведения анализа. Время единичного измерения не превышает 3 минут. Расхождение

между полученными и аттестованными значениями содержания $Fe_{мет}$ соответствует требованиям ГОСТ 26482–90 [5].

Разработаны методические подходы, основанные на применении рентгеновских методов, исключаящие процедуры перевода пробы в раствор, и позволяющие определять первичные и вторичные сульфиды меди по градуировочным характеристикам (3 мин), а также полный фазовый состав на этапе рутинного анализа (10 – 15 мин) и в исследовательских целях (15 – 20 мин) [6].

Продолжена работа в области применения методов SPC к проблемам качества измерений, по развитию теории контрольных карт Шухарта (№10) и расширению способов их практического применения. Исследован вопрос, обсуждение которого активно идёт среди статистиков мира, – как правильно использовать понятие о статистической значимости результатов тех или иных исследований [7 – 11].

Подготовка специалистов высшей квалификации

На кафедре обучаются 7 аспирантов по направлениям Химические науки, Управление в технических системах.

Основные публикации

- Lednev V. N., Sdvizhenskii P. A. et al. Online and in situ laser-induced breakdown spectroscopy for laser welding monitoring // Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy. – 2021;
- Lednev V. N., Sdvizhenskii P. A. et al. In situ laser-induced breakdown spectroscopy measurements during laser welding of superalloy // Applied Optics. – 2021;
- Sdvizhenskii P. A., Lednev V. N. et al. Deep ablation and LIBS depth elemental profiling by combining nano- and microsecond laser pulses // Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy. – 2021;
- Mikhail S. Ermolin, Alexandr I. Ivaneev, Natalia N. Fedyunina, Petr S. Fedotov Nanospeciation of metals and metalloids in volcanic ash using single particle inductively coupled plasma mass spectrometry. // Chemosphere, 2021, 281, 130950 DOI:10.1016/j.chemosphere.2021.130950;
- A.C. Козлов, В.А. Филичкина, М.Н. Филиппов, А.Р. Макавецкас. Комбинированный рентгенодифракционный–рентгенофлуоресцентный метод определения железа металлического в металлизированных продуктах. // В сб. трудов XII Международного конгресса сталеплавателей. Екатеринбург – Первоуральск, 25–27 мая 2021. С. 16 – 22;
- Александр Сергеевич Козлов, Павел Сергеевич Чижов, Вера Александровна Филичкина, Михаил Николаевич Филиппов. Определение минерального состава медных руд рентгеновскими методами. // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2021. Том 87 № 10. С. 5 – 11. DOI: 10.26896/1028-6861-2021-87-10-5-11;
- Шпер В.Л. Что такое р-значение, и почему вокруг него столько шума? // Контроль Качества Продукции. 2021. №3. С. 37–43;
- Adler Yu.P., Polkhovskaya T.M., Filichkina V.A., Shper V.L. Assessing the Role of Distributions and Control Charts in Metrology. // Newest Updates in Physical Science Research Vol. 2 Chapter 2 DOI: 10.9734/bpi/nupsr/v2/7196D;
- Шереметьева С.А., Шпер В.Л. Контроль качества процесса поставок с помощью методов статистического управления процессами. // Контроль Качества Продукции. 2021. №4. С. 39–48;

10. Shper V., Gracheva A. Simple Shewhart Control Charts: Are They Really So Simple? // International Journal of Industrial and Operations Research: IJIOR-4-010. DOI: 10.35840/2633-8947/6510;
11. Шпер В.Л. Размышления о будущем консультантов и консалтинга. // Контроль Качества Производства. 2021. №12. С. 38-40.

Контактная информация

Филичкина Вера Александровна, заведующая кафедрой

8 (495) 638-46-60;

8 (495) 955-00-02.

filichkina.va@misis.ru

КАФЕДРА «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»



Овчинникова Татьяна Игоревна, заведующая кафедрой, д-р техн. наук, доцент

Кафедра техносферной безопасности является структурным подразделением Института инжиниринга и экотехнологий.

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 2021 г. был открыт новый профиль в магистратуре «Управление безопасностью технологических процессов и производств». Большая доля поступающих в магистратуру являются выпускниками из других ВУЗов регионов страны.

Студенты кафедры техносферной безопасности активно вовлекаются в научно-исследовательскую работу и имеют возможность принимать участие в научно-практических исследованиях, начиная с 1-го курса. В 2021 г. студенты кафедры вновь участвовали в международных и российских конкурсах, в таких как, специальная лига «ЭКО-CASE» Международного чемпионата CASE-IN, Всероссийский конкурс выпускных работ в области геологии и горного дела по направлению подготовки 20.04.01 – «Техносферная безопасность» и продолжают занимать призовые места. Ежегодно студенты кафедры участвуют в конкурсе научно-исследовательских работ международной выставки «Безопасность и охрана труда» БИОТ –2021 и во всероссийской студенческой олимпиаде по БЖД в МГТУ им. Н.Э. Баумана.

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

Кафедра техносферной безопасности на сегодняшний день ведет подготовку профессиональных кадров по следующим направлениям:

Магистратура (2 года обучения):

20.04.01 Управление безопасностью технологических процессов и производств

Аспирантура (4 года обучения):

20.06.01 Техносферная безопасность

По кодам специальностям:

05.23.01 Охрана труда (в металлургии)

05.23.03 Пожарная и промышленная безопасность (в металлургии)

Кафедра читает следующие дисциплины:

- Безопасность жизнедеятельности;
- Вопросы безопасности в проектах;
- Особенности воздействия на техносферу горно-металлургического производства ;
- Моделирование в охране труда;
- Моделирование в системе экологической безопасности;
- Системный анализ и моделирование в промышленной безопасности;
- Экономика в сфере безопасности;
- Экспертиза безопасности;
- Устойчивое функционирование объектов экономики в ЧС;
- Техническое регулирование, стандартизация, оценка соответствия;
- Современные способы обеспечения экологической безопасностью;
- Интегрированные системы управления безопасностью;
- Системы менеджмента в техносферной безопасности;
- Обеспечение пожаровзрывобезопасности технологических процессов и производств;
- Пожаровзрывобезопасность на металлургических предприятиях;
- Законодательные и нормативные основы обеспечения техносферной безопасности;
- Управление профессиональными рисками в организации;

- Методы прибора и контроля производственной среды и оценка условий труда;
- Экономика в техносферной безопасности.

В 2021 году основным видом работ стали совершенствование и актуализация дистанционной учебной деятельности в связи с пандемией, публикация учебно-методического материала и научных статей, работа с ведущими металлургическими предприятиями в направлении научной хозрасчетной деятельности – были поданы около 10 заявок. Также

активно ведется работа по развитию дополнительного профессионального образования (ДПО).

В 2021 году кафедра выпустила 15 человек, обучающихся по программе магистратуры. Успешно окончили аспирантуру согласно учебному плану и получили дипломы с классификацией «Исследователь–преподаватель» 3 аспиранта. Идет подготовка диссертации для защиты в диссертационном совете. В настоящее время на кафедре обучается 9 аспирантов по двум научным специальностям.

Основные научные направления деятельности

- 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, 6 доцентов, 1 старший преподаватель, 4 ассистентов.

Из них: 3 доктора наук, 7 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.

Основные публикации

1. Balovtsev S.V., Skopintseva O.V. Assessment of the influence of returned mines on aerological risks at coal mines. // MIAB. Mining Inf. Anal. Bull. 2021;(2–1):40–53. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236–1493–2021–21–0–40–53;
2. Skopintseva O. V., Balovtsev S. V. Air quality control in coal mines based on gas monitoring statistics. // MIAB. Mining Inf. Anal. Bull. 2021;(1):78–89. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236–1493–2021–1–0–78–89;
3. Konstantinova A.A., Merkulova A.M., Pereladov A.I., Chavkina L.Yu. Risk–based approach to keep industrial safety in the mining of gold–bearing ores. // MIAB. Mining Inf. Anal. Bull. 2021;(2–1):100–112. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236–1493–2021–21–0–100–112;
4. Zinovieva O.M., Kuznetsov D.S., Merkulova A.M., Smirnova N.A. Digitalization of industrial safety management systems in mining. // MIAB. Mining Inf. Anal. Bull. 2021;(2–1):113–123. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236–1493–2021–21–0–113–123;
5. Ovchinnikova T.I., Pototskiy E.P., Firsova V.M. Risk–based approach to hazard assessment in the mining industry. // MIAB. Mining Inf. Anal. Bull. 2021;(2–1):199–208. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236–1493–2021–21–0–199–208;
6. Shalimova A.V., Filin A.E. Development of a mathematical forecasting model for occupational injuries in mining. // MIAB. Mining Inf. Anal. Bull. 2021;(2–1):209–219. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236–1493–2021–21–0–209–219;
7. Kulikova A.A., Ovchinnikova T.I. On the issue of reducing geoeological risks at mining enterprises. // MIAB. Mining Inf. Anal. Bull. 2021;(2–1):251–262. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236–1493–2021–21–0–251–262;
8. Kolesnikova L.A., Kovalchuk T.V. Problems and prospects of environmental safety of mining regions. // MIAB. Mining Inf. Anal. Bull. 2021;(2–1):275–286. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236–1493–2021–21–0–275–286;
9. Дианов П.А., Зиновьева О.М., Меркулова А.М., Смирнова Н.А., Применение ar/vr–технологий при подготовке персонала в области промышленной безопасности в горном деле // Горный информационно–аналитический бюллетень. – 2021. – № S1–1. – С. 3–15;

10. Зиновьева О.М., Меркулова А.М., Смирнова Н.А., Соколов А.М., К вопросу оценки рисков при добыче и переработке алюминийсодержащих руд // Горный информационно–аналитический бюллетень. – 2021. – № S1–1. – С. 25–37;
11. Сницерева В.П., Козлова Л.О., Источники пылеобразования и комплексное обеспыливание на жезказганских обогатительных фабриках // Горный информационно–аналитический бюллетень. – 2021. – № S1–1. – С. 38–46;
12. Курносоев И.Ю., Филин А.Э., О перспективе управления пылевой нагрузкой на горно–металлургическом производстве посредством акустического воздействия // Горный информационно–аналитический бюллетень. – 2021. – № S1–1. – С. 47–57;
13. Прибыловская А.В., Оценка негативного экологического воздействия хвостов продуктов флотационного обогащения железных руд // Горный информационно–аналитический бюллетень. – 2021. – № S1–1. – С. 58–67;
14. Казанцева Ю.Е., Эколого–геохимическая оценка воздействия массовых взрывов на карьере ао «Лебединский гок» // Горный информационно–аналитический бюллетень. – 2021. – № S1–1. – С. 68–77;
15. Елецкий В.О., Меркулова А.М., К вопросу влияния эргономических характеристик спецодежды работников горно–металлургической отрасли на аварийность и травматизм // Горный информационно–аналитический бюллетень. – 2021. – № S1–1. – С. 100–111.

Сведения о конференциях, семинарах, других мероприятиях с участием сотрудников кафедры

В 2021 году сотрудники кафедры принимали активное участие в следующих мероприятиях: Международная научно–практическая конференция «Научно–практические конференции»; Всероссийская конференция «Техносферная безопасность, как комплексная научная и образовательная проблема»; Международный научный симпозиум Неделя горняка – 2021 (г. Москва); XXIV Международная выставка и форума «Безопасность и охрана труда» БИОТ–2021 (г. Москва), Всероссийская неделя охраны труда (ВНОТ 2021, г. Сочи), заседание Федераль-

ного методического учебного объединения (ФУМО) по направлению «Техносферная безопасность и природобустройство» (г. Владивосток) и др.

В период 2021 года разными сотрудниками кафедры было пройдено обучение по программам «Безопасность и охрана труда» 40 ч., «Охрана труда для специалистов и руководителей» 40 ч., «Оказание первой доврачебной помощи» 16 ч., «Подготовка населения в области защиты МЧС России» 72 ч., «Основы управления персоналом» 36 ч., ДПП «Горное дело» 256 ч. и др.

Основные научно–технические показатели публикации в научных журналах

Количество публикаций: статей более 15, из них 11 – в российский научных журналах из списка

WoS/Scopus, 7 – в российский научных журналах из списка ВАК.

Контактная информация

Заведующая кафедрой: Овчинникова Татьяна Игоревна

+7 (499) 230–24–00; +7 (499) 230–24–44

ovchinnikova.ti@misis.ru

Зам.зав.кафедры по науке: Филин Александр Эдуардович

+7 (499) 230 2428

aleks_filin@bk.ru

Ученый секретарь: Меркулова Анна Михайловна

+7 (499) 230–24–42

anna-merkulova@misis.ru

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

+7 (499)230–24–44

tsb@misis.ru

КАФЕДРА ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И ЗОЛОТА И ЦЕНТР ИНЖИНИРИНГА ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



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

Кафедра Цветных металлов и золота обладает огромным потенциалом для реализации множества опробованных предложений по развитию отечественной металлургии в направлении комплексного извлечения всех полезных компонентов из первичного и вторичного сырья и созданию по-настоящему экологически чистого и безотходного производства.

Центр обладает большим опытом в области металловедения, материаловедения, аналитического контроля, металлургии редких, благородных и радиоактивных металлов.

Компетенции научных сотрудников и инженеров в коллаборации кафедры и 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

- 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;
- Вторичная металлургия цветных, редких и благородных металлов;
- Ликвидация техногенных образований и золошлакоотвалов с извлечением полезных компонентов;
- Разработка и внедрение технологии бактериального окисления при подземном выщелачивании урановых руд;
- Дезактивация суммарного концентрата редкоземельных металлов, полученного при переработке минерального и техногенного сырья;
- Получение неодима, редкоземельных металлов среднетяжелой группы и магнитных материалов на их основе и т.д.

Кадровый потенциал подразделения

3 – профессора; 9 – доцентов; 3 – старших преподавателей; 3 – ассистента; 1 – научных сотрудников; 3 – инженерный состав; 2 – учебный мастер 1 кат.

В состав Центра входят (Кол-во сотрудников: 18 человек):

- Директор центра, заместители директора центра;
- Научный персонал центра (научные сотрудники);
- Учебно-вспомогательный персонал (УВП);
- Инженерно-технические работники.

45 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Основные научно–технические достижения

НИОКР «Создание импортозамещающего производства оксида ванадия высокой чистоты для глубокой переработки углеводородного сырья»

Подготовка специалистов высшей квалификации

В 2021 году завершили обучение 2 аспиранта: Васильева Елена Сергеевна, Игнатова Дарья Сергеевна под руководством к.т.н. Лысенко А.П. и получили положительное заключение о готовности работ к защите в диссертационном совете. Так же выпускная работа аспиранта Васильевой Елены Сергеевны

была признана лучшей на конкурсе студенческих работ «Лаборатория РУСАЛа» в номинации «Глиноземное производство».

Все диссертации планируются к защите в диссертационном совете НИТУ «МИСИС» на 2022 г.

Основные публикации

1. Lysenko A.P., Kondrateva E.S. Refining of Aluminum-Containing Chloride Solutions from Iron // Russian Metallurgy (Metally), 2021(12), стр. 1544–1549;
2. Gudoshnikov S.A., Gudoshnikov S.A., Odintsov V.I., Popova A.V., Menshov S.A., Liubimov B.Y., Grebenshchikov Y.B., Mashera V.S., Tarasov V.P. Influence of Joule heating on electrical resistivity in Co-rich amorphous microwires // Materials Science and Engineering B: Solid-State Materials for Advanced Technology, 271 (2021);
3. Elmanov, G.N., Kozlov, I.V., Irmagambetova, S.M., Tarasov, V.P., Gudoshnikov, S.A. Advanced structure research methods of amorphous Co₆₉Fe₄Cr₄Si₁₂B₁₁ microwires with giant magnetoimpedance effect: Part 1 – Crystallization kinetics and crystal growth // Journal of Alloys and Compounds, 872 (2021);
4. Tarasov, V.P., Krivolapova, O.N., Gorelikov, E.S. Study of dependence of the $nd - fe - b$ permanent magnets texture distortion of degree on pressing force and their geometric dimensions // Tsvetnyye Metally, 2021(9), с. 65–73;
5. Kropachev, A.N., Podrezov, S.V., Aleksakhin, A.V., Kondratyeva, O.A., Korshunova, L.N. Thermodynamic studies and optimization of the method for obtaining neodymium fluoride for the production of magnetic sensors' sensitive elements // Sensors, 2021, 21(24);
6. Gudoshnikov, S., Grebenshchikov, Y., Popova, A., Gorelikov, E., Liubimov, B. Angle magnetization rotation method for characterizing co-rich amorphous ferromagnetic microwires // Actuators, 2021, 10(5), 93;
7. Lysenko, A.P., Kondrat'eva, D.S. Innovative Technology for Ferrotitanium Production in a New-Design Electrolyzer // Russian Metallurgy (Metally), 2021, 2021(6), стр. 649–652;
8. Balmaev, B.G., Vetchinkina, T.N., Lysenko, A.P., Tuzhilin, A.S. Prospects of Aluminum Chloride Electrolysis under Modern Conditions // Russian Metallurgy (Metally), 2021(6), стр. 667–671.

Контактная информация

Тарасов Вадим Петрович, заведующий кафедрой, директор центра
vptar@misis.ru, +7 (903) 726–39–43

Чукина Евгения Валерьевна, ученый секретарь
chukina_e@mail.ru, +7 (916) 680–97–96

Гореликов Евгений Сергеевич, заместитель директора центра
gorelikoves@yandex.ru, +7 (495) 955–01–93

Игнатов Андрей Сергеевич, заместитель директора центра
ignatov@misis.ru, +7 (495) 236–41–85

КАФЕДРА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ И РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



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

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. Сегодняшняя 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 – 14 человек (6,6 штатных единиц): 3 профессора; 8 доцентов, 1 старший преподаватель; 2 ассистента.

Учебно-вспомогательный персонал – 8 человек (5,5 штатных единиц).

На кафедре в настоящее время проходят обучение 34 очных аспиранта.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ

Хозяйственный договор «Исследование металлургических свойств брикетов на основе железорудных концентратов АО «Ковдорский ГОК» с объемом финансирования 2,5 млн. руб. Руководитель: Торохов Г.В.

2,5 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Основные научно–технические достижения

13–14 мая 2021 г. молодые преподаватели и аспиранты кафедры приняли участие в IX Всероссийской научно–практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «ТИМ'2021» с международным участием (г. Екатеринбург).

8–12 ноября 2021 г. преподаватели кафедры представили доклады на 20–й научно–технической конференции «Новые перспективные материалы, оборудование и технологии для их получения», проводившейся в рамках ежегодной Недели металлов в Москве.

Заведующая лабораторией, ассистент Терехова А.Ю. стала лауреатом конкурса «Молодые ученые» за научно–исследовательскую работу «Оптимизация режима и конструкции печи Ромелт с целью повышения ее конкурентоспособности», представленную на XXVII Международной промышленной

выставке «Металл–Экспо 2021»; стала победителем конкурса «Преподаватель года–2021» в номинации «Лучший молодой преподаватель».

Утверждена Программа по научно–техническому и стратегическому сотрудничеству НИТУ «МИСИС» с ПАО «НЛМК» на период 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 внедоменного рафинирования чугуна для условий ПАО «НЛМК», «Частичная металлизация окатышей/брикетов ПАО «НЛМК». Руководитель всех этих работ – Торохов Г.В.

Подготовка специалистов высшей квалификации

1 аспирант защитил выпускную квалификационную работу.

Основные публикации

1. Khomutov, M., Spasenko, A., Sova, A., Petrovskiy, P., Cheverikin, V., Travyanov, A., Smurov, I. Structure and properties of AA7075–sic composite parts produced by cold spray additive manufacturing // International Journal of Advanced Manufacturing Technology. – 2021. – 116 (3–4). – P. 847–861;
2. Khomutov, M., Chereshneva, A., Petrovskiy, P., Daubarayte, D., Cheverikin, V., Sova, A., Travyanov, A., Smurov, I. Microstructure of Al–Mg–Sc–Zr alloy cold spray deposits after heat treatment and hot isostatic pressing // Journal of Alloys and Compounds. – 2021. – 858, статья № 157644, цитировано 4 раза;
3. Petrovskiy, P., Khomutov, M., Cheverikin, V., Travyanov, A., Sova, A., Smurov, I. Influence of hot isostatic pressing on the properties of 316L stainless steel, Al–Mg–Sc–Zr alloy, titanium and Ti6Al4V cold spray deposits // Surface and Coatings Technology. – 2021. – 405, статья № 126736, цитировано 4 раза;
4. Travyanov, A.Y., Petrovskiy, P.V., Cheverikin, V.V., Lagutin, A.O. Structure of VT6–SiC composite material // Tsvetnye Metally. – 2021. – 12. – P. 41–45;
5. Travyanov, A.Ya., Lagutin, A.O., Khomutov, M.G., Lukianov, V.V. Microstructure and mechanical properties of materials formed by diffusion bonding of vt6 alloy parts produced by rolling and selective laser melting // Tsvetnye Metally. – 2021. – 11. – P. 71–76;
6. Chernousov, P.I., Seregin, S.N., Grishin, R.E., Chikaleva, A.N. Investigation of the blast furnace process using multicomponent blast // Chernye Metally. – 2021. – 12. – P. 4–10;
7. Golubev, O.V., Torokhov, G.V., Ermakov, D.A., Chernousov, P.I. Analysis of recycling possibilities for out–of–use steel products by rolling // Chernye Metally. – 2021. – 6. – P. 53–58.

Основные научно–технические показатели публикации в научных журналах

Количество статей в Web of Science и Scopus с включением дублирования – 18.

Суммарный импакт–фактор (индекс Web of Science) журналов со статьями штатных сотрудников кафедры на 1 НПП – 12,7.

Объектов интеллектуальной собственности зарегистрировано 3.

Получено благодарственное письмо от Межрегиональной общественной организации «Ассоциация сталеплавильщиков» за участие в XVI Международном конгрессе сталеплавильщиков и производителей металла (г. Екатеринбург, 24–28 мая 2021 г.).

Получены благодарственные письма от Образовательного центра «Сириус» и Образовательного фонда «Талант и успех» за организацию и проведение научно-технологической образовательной программы «Большие вызовы» (8–18 февраля, 5–28 июля, 1–24 декабря 2021 г.).

Контактная информация

Торохов Геннадий Валерьевич, заведующий кафедрой

+7 (495) 955 00 94

gvtorohov@gmail.com

Шатохин Константин Станиславович, заместитель заведующего кафедрой по научной работе, канд. техн. наук, доцент кафедры

+7 (495) 638 46 71

shatohin_ks@mail.ru

ЛАБОРАТОРИЯ «УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ»



Михайловская Анастасия Владимировна, заведующая 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, включая

интенсивную пластическую деформацию, обеспечивающих существенное улучшение эксплуатационных и технологических свойств по сравнению с существующими аналогами.

Приоритетными группами являются алюминиевые и титановые сплавы, а также композиционные мате-

риалы на их основе, сплавы способные к сверхпластической деформации, наноструктурные сплавы с памятью формы на основе системы Ti-Ni, сверхупругие безникелевые сплавы на основе системы Ti-Zr-Nb медицинского назначения, в том числе с модифицированным наночастицами серебра поверхностным слоем.

Кадровый потенциал подразделения

1 главный научный сотрудник, 7 старших научных сотрудников, 1 научный сотрудник, 12 младших научных сотрудника, 4 ведущих инженера научного

проекта, 2 инженера научного проекта, 1 эксперт научного проекта, 1 лаборант-исследователь.

Из них: 2 доктора наук, 19 кандидатов наук.

Наиболее крупные проекты

Государственное задание Министерства науки и высшего образования РФ № 075-00268-20-02 от 12.03.2020 г. «Научные основы создания высоко-технологичных ультрамелкозернистых материалов на основе легких металлов с повышенными механическими свойствами и гетерогенной структурой композиционного и дуплексного типа».

43 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Основные научно-технические достижения

Показано, что холодная деформация никелида титана формирует развитую дислокационную субструктуру B2-аустенита с частичной аморфизацией. В зависимости от температуры отжига формируется смешанная зеренно-субзеренная наноструктура или микроструктура рекристаллизованная структура B2-аустенита. Установлено, что всесторонняя ковка обеспечивает получение ультрамелкозернистой структуры что обеспечивает рост механических и

функциональных свойств сплава, предела текучести с 430 до 905 МПа, предела прочности с 700 до 1060 МПа, максимальной полностью обратимой деформации с 2 до 6,3 %.

Показано, что умеренная холодная деформация ($\epsilon=0,3$) сплава Ti-18Zr-15Nb (ат. %) приводит к формированию высокой плотности дислокаций в изначальном зерне β -фазы и некоторого количества

α –мартенсита. Повышение степени деформации до интенсивной ($\epsilon=3$) приводит к формированию нанозернистой структуры и частичной аморфизации β –фазы. В зависимости от интенсивности деформации и температуры последующего отжига формируется наносубзернистая/нанозернистая или субмикросталлическая структура β –фазы при сохранении ультрамелкозернистой структуры до температуры 525 °С. Установлены особенности формирования нанокпозиционных материалов на поверхности сплава в зависимости от структуры границы раздела. При оптимальной подготовке поверхности сплава формируется тонкий пористый слой, обеспечивающий большее количество наночастиц серебра и их встраивание в формирующийся пористый слой на глубину до 60 нм.

Проанализированы параметры микроструктуры сплавов на основе системы Ti–Al–V–Mo модифицированных добавками β –стабилизаторов (Ni, Co, Nb, Fe) и бором, и предложены режимы термомеханической обработки и составы, обеспечивающие снижение температуры сверхпластической формовки.

Предложены режимы компактирования и последующей термомеханической обработки гранул/порошков композиционных материалов на основе алюминия или его сплавов, упрочненных керамическими и интерметаллидными частицами полученным, механическим легированием, в атриторе или перемешиванием в ультразвуковой ванне, обеспечивающие однородную структуру, при этом, показано, что наибольший уровень микротвердости около достигается в материалах с равномерно распределенными частицами интерметаллидов. Всесторонняя изотермическая ковка (ВИК) композиционных материалов с керамическим и интерметаллидным упрочнением и сплавов со структурой естественных композитов приводит к измельчению в 1,2–1,8 раз и повышению равномерности распределения частиц в матрице, возврату и рекристаллизации, уменьшению пористости в горячепрессованных заготовках КМ, распаду пересыщенного твердого раствора в сплавах с цирконием с выделением метастабильной $L1_2$ фазы Al₃Zr.

Подготовка специалистов высшей квалификации

В 2021 году младший научный сотрудник лаборатории Кищик Анна Алексеевна успешно защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук: «Разработка сплавов на

основе системы Al–Mg с высокоскоростной сверхпластичностью» по специальности 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Основные публикации

- Ryklina, E.P., Abduraimova, N.U. Alloy Ti – 50.2 at.% Ni for Actuators: Evolution of Structure and Shape Memory Effects During Post–Deformation Annealing. Part 2. Influence of Structure and Phase Transformation Special Features on Shape Memory Effects (2021) *Metal Science and Heat Treatment*, 63 (5–6), pp. 264–268;
- Nikitin, K.V., Nikitin, V.I., Timoshkin, I.Y., Deev, V.B. Effect of Adding Rare–Earth and Alkaline–Earth Metals to Aluminum–Based Master Alloys on the Structure and Properties of Hypoeutectic Siluminines (2021) *Metallurgist*, 65 (5–6), pp. 681–688;
- Ryklina, E.P., Abduraimova, N.U., Resnina, N.N. Alloy Ti – 50.2 at.% Ni for Actuators: Evolution of Structure and Shape Memory Effects Under Post–Deformation Annealing. Part 1. Structure and Phase Transformations (2021) *Metal Science and Heat Treatment*, 63 (3–4), pp. 203–209;
- Barkov, R.Y., Prosviryakov, A.S., Khomutov, M.G., Pozdniakov, A.V. Effect of the Zr and Er Content on the Structure and Properties of the Al–5Si–1.3Cu–0.5Mg Alloy (2021) *Physics of Metals and Metallography*, 122 (6), pp. 614–620;
- Konopatsky, A., Sheremetyev, V., Dubinskiy, S., Zhukova, Y., Firestein, K., Golberg, D., Filonov, M., Prokoshkin, S., Brailovski, V. Structure and Superelasticity of Novel Zr–Rich Ti–Zr–Nb Shape Memory Alloys (2021) *Shape Memory and Superelasticity*, 7 (2), pp. 304–313;
- Sheremetyev, V., Dubinskiy, S., Iqbal, M.A., Lukashevich, K., Prokoshkin, S., Brailovski, V. Effect of dynamic chemical etching on the pore structure, permeability, and mechanical properties of Ti–Nb–Zr scaffolds for medical applications (2021) *Journal of Manufacturing Science and Engineering, Transactions of the ASME*, 143 (5), статья № 051004;
- Karelin, R.D., Khmelevskaya, I.Y., Komarov, V.S., Andreev, V.A., Perkas, M.M., Yusupov, V.S., Prokoshkin, S.D. Effect of Quasi–Continuous Equal–Channel Angular Pressing on Structure and Properties of Ti–Ni Shape Memory Alloys (2021) *Journal of Materials Engineering and Performance*, 30 (4), pp. 3096–3106;
- Dubinskiy, S., Prokoshkin, S., Sheremetyev, V., Konopatsky, A., Korotitskiy, A., Tabachkova, N.,

- Blinova, E., Glezer, A., Brailovski, V. The mechanisms of stress-induced transformation in ultimately fine-grained titanium nickelide, and critical grain size for this transformation (2021) *Journal of Alloys and Compounds*, 858, статья № 157733;
9. Barkov, R.Y., Mochugovskiy, A.G., Khomutov, M.G., Pozdniakov, A.V. Effect of Zr and Er Small Additives on the Phase Composition and Mechanical Properties of Al-5Si-1.3Cu-0.5Mg Alloy (2021) *Physics of Metals and Metallography*, 122 (2), pp. 161–168;
 10. Komarov, V., Khmelevskaya, I., Karelin, R., Kawalla, R., Korpala, G., Prah, U., Yusupov, V., Prokoshkin, S. Deformation Behavior, Structure, and Properties of an Aging Ti-Ni Shape Memory Alloy after Compression Deformation in a Wide Temperature Range (2021) *JOM*, 73 (2), pp. 620–629;
 11. Alemdag, Y., Karabiyik, S., Mikhaylovskaya, A.V., Kishchik, M.S., Purcek, G. Effect of multi-directional hot forging process on the microstructure and mechanical properties of Al-Si based alloy containing high amount of Zn and Cu (2021) *Materials Science and Engineering A*, 803, статья № 140709;
 12. Mosleh, A.O., Kotov, A.D., Vidal, V., Mochugovskiy, A.G., Velay, V., Mikhaylovskaya, A.V. Initial microstructure influence on Ti-Al-Mo-V alloy's superplastic deformation behavior and deformation mechanisms (2021) *Materials Science and Engineering A*, 802, статья № 140626;
 13. Rofman, O.V., Prosviryakov, A.S., Kotov, A.D., Bazlov, A.I., Milovich, P.O., Karunakaran, G., Mikhaylovskaya, A.V. Fabrication of AA2024/SiCp Metal Matrix Composite by Mechanical Alloying (2021) *Metals and Materials International*;
 14. Rykлина, E.P., Polyakova, K.A., Prokoshkin, S.D. Role of nickel content in one-way and two-way shape recovery in binary ti-ni alloys (2021) *Metals*, 11 (1), статья № 119, pp. 1–11;
 15. Mikhaylovskaya, A.V., Mosleh, A.O., Mestre-Rinn, P., Kotov, A.D., Sitkina, M.N., Bazlov, A.I., Louzguine-Luzgin, D.V. High-Strength Titanium-Based Alloy for Low-Temperature Superplastic Forming (2021) *Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science*, 52 (1), pp. 293–302.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

- количество статей в Web of Science и Scopus с исключением дублирования – 15;
- количество заявок на объекты интеллектуальной собственности – 2.

Контактная информация

Михайловская Анастасия Владимировна, заведующая лабораторией

8 (495) 638-44-80.

mihaylovskaya@misis.ru

ЛАБОРАТОРИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ



Акихиса Иноуэ, заведующий лабораторией, профессор, 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: 3 чел., инженерно-технических работников: 1 чел.

Наиболее крупные проекты

В рамках реализации Программы повышения конкурентоспособности НИТУ «МИСИС» среди международных научно-образовательных центров лабораторией успешно завершен проект «Разра-

ботка аморфных магнитомягких сплавов на основе железа с пониженным содержанием металлоидов» с объемом финансирования в 2021 году в размере 3 млн рублей.

Основные научно-технические достижения

Получены образцы магнитомягких материалов с пониженным содержанием металлоидов. Аморфные сплавы $Fe_{82-84}B_{13-15}Si_1C_{1-2}Cu_1$ были исследованы с целью разработки хороших магнитомягких материалов с хорошей пластичностью в аморфном состоянии, а также материалов с высокой твердостью в нанокристаллическом состоянии. Для всех сплавов получены аморфные ленты, деформирующиеся без разрушения при изгибе. Температура сплавов Тх1 увеличивается с 672 К при 84 ат. % Fe до 700 К при 82 ат. % Fe, в то время как Тх2 остается неизменным. Кристаллизация происходит по реакциям аморфная фаза → нанокластеры + аморфная фаза → α -Fe + аморфная фаза → α -Fe + $Fe_3(B,C)$ + Fe_2B + аморфная фаза → α -Fe + $Fe_3(B,C)$ + Fe_2B . Bs, Hc и μ_e на 1 кГц и 1 МГц сплава 82Fe составляют 1,71 Тл, 3 А/м, 23100 и 3500 соответственно в аморфном состоянии,

отожженном в течение 1800 с при Тс + 10 К (630 К). Хорошие магнитомягкие аморфные сплавы сохраняют свою пластичность при изгибе после этого отжига. Получены нанокристаллические сплавы со $Fe_{82-84}B_{13-15}Si_1C_{1-2}Cu_1$ сверхвысокой твердостью HV 1800, которые перспективны для дальнейшей разработки магнитомягких материалов.

3 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Основные публикации

1. E.N. Zanaeva, D.A. Milkova, A.I. Bazlov, E.V. Ubyivovk, N.Yu. Tabachkova, A.Yu. Churyumov, A. Inoue. Crystallization and its kinetics of soft magnetic $(Fe_{1-x}Ni_x)_{79}B_{12}P_5Si_3C_1$ glassy alloy ribbons // Journal of Alloys and Compounds, 2021, V. 888, 161475;
2. E.N. Zanaeva, D.A. Milkova, A.I. Bazlov, N.Yu. Tabachkova, A.Yu. Churyumov, A. Inoue

Replacement effect with Ni on high-frequency permeability and core loss characteristics for FeNiPBSiC glassy alloys // Journal of Alloys and Compounds, 2021, V.896, 163085.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

- в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 2;
- конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения – 2.

Контактная информация

Акихиса Иноуэ, заведующий лабораторией

8 495 955-01-34

inoue@jiiu.ac.jp

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ТЕРМОХИМИЯ МАТЕРИАЛОВ»



**Хван Александра
Вячеславовна, директор
центра, д-р хим. наук**

НИЦ «Термохимия материалов» создан в 2014 году. Научно-исследовательская деятельность центра направлена на исследование физико-химических свойств неорганических материалов, а также на разработку новых неорганических материалов, путем комбинирования компьютерного моделирования и экспериментальных фундаментальных исследований термодинамических свойств неорганических материалов.

Основные работы центра

- построением термодинамических баз данных, которые могут использоваться для моделирования промышленных задач;
- исследованием неорганических материалов и их поведением в процессе обработки и эксплуатации;
- исследованием вязкости расплавов;
- разработкой новых неорганических материалов;
- использованием методов Calphad для исследований взаимодействия между материалами;
- экстракции и рециклинга неорганических материалов;
- контроль качества неорганических материалов.

Наиболее крупные проекты

1. Грант НИТУ «МИСИС» (№ К2-2020-036) на тему «Моделирование термодинамических и термофизических свойств неорганических материалов», 3 млн. руб.;
2. Грант РФФИ «Экспериментальное исследование фазовых превращений и свойств сплавов систем Fe-PZM-PM с целью поиска перспективных составов для создания постоянных магнитов», № 18-73-10219П, 6 млн. руб.;
3. Договор с АО «Композит» на выполнение НИР «Проведение компьютерного моделирования диаграмм состояния многокомпонентных систем, построение термодинамической базы данных и термодинамических моделей для создания сверхжаропрочных сплавов для применения в теплонагруженных узлах ракетной техники» 7,8 млн. руб.;
4. Договор с АО «Композит» на выполнение НИР «Проведение расчетно-теоретических исследований по выбору химических составов материалов для теплонагруженной эксплуатации, для применения в элементах конструкции ЯЭДУ». 1,2 млн. руб.

Кадровый потенциал подразделения

Коллектив НИЦ «Термохимия материалов» имеет на постоянной основе в своем составе 2 докторов наук, 3 кандидатов наук, 5 аспирантов, 2 магистров, 1 бакалавр, а также более 5 экспертов из разных

стран, работающих с сотрудниками центра по различным проектам.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ (госбюджет, х/д) за 2014-2021 г.г. составил более 80 млн.руб.

Основные научно-технические достижения

1. «Моделирование термодинамических и термофизических свойств неорганических материалов». Изучены фазовые равновесия в трех двухкомпонентных системах, Co-Sm, Fe-Sm, Fe-Sn и двух

трехкомпонентных системах Fe–Co–Sm и Al–Fe–Sn во всей области концентраций методами дифференциально–термического анализа (ДТА), рентгенофазового анализа (РФА), микроструктурного анализа (МСА) (оптической микроскопии (ОМ) и сканирующей электронной микроскопии (СЭМ)) и микрорентгеноспектрального анализа (МРСА). По результатам работы построены проекции поверхностей ликвидуса, солидуса и диаграммы плавокости, изотермические и политермические сечения, а также схема реакций;

- «Экспериментальное исследование фазовых превращений и свойств сплавов систем Fe–РЗМ–ПМ с целью поиска перспективных составов для создания постоянных магнитов». Исследованы термомагнитные кривые, которые показали наличие двух магнитных фаз в исходном литом сплаве с температурами Кюри 439 К и 554 К, которые соответствуют структурам Nd₂Fe₁₇ и NdFe₁₁Ti соответственно. Магнитные свойства исходного сплава показали низкое

значение коэрцитивной силы из-за высокого совершенства структуры и нетекстурированности образца для измерений. Намагниченность насыщения увеличивается при уменьшении температуры с 300 К до 150К, после чего проходя через максимум падает до 157 етл/г. Падение намагниченности может быть связано со спиновращательным переходом при низких температурах и потерей анизотропии легкая ось на плоскостную анизотропию.

2. В центре успешно проводится подготовка специалистов высшей квалификации. В 2021 г. Была защищена диссертация на соискание степени доктора химических наук Фартушной Ю.В. «Фазовые равновесия, структура и свойства сплавов систем титана и железа с d–металлами, p–элементами и РЗМ» по специальности 02.00.04 «Физическая химия.
3. На базе центра прошли повышение квалификации 10 сотрудников предприятий.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

Научная работа сотрудников центра отражена в: 60 публикациях в высокорейтинговых журналах WOS, Scopus; 9 главах в монографиях и справочниках;

2 международных патентах, более чем 50 докладах на международных конференциях;

Основные публикации

1. Khvan, A.V., Dinsdale, A.T., Chen, Q, Use of third generation data for the elements to model the thermodynamics of binary alloy systems: Part 2 – The critical assessment of data for the Pb–Sn system // 2022 Calphad: Computer Coupling of Phase Diagrams and Thermochemistry 76,102396, DOI 10.1016/j.calphad.2022.102396 ;
2. Fartushna, I., Bajenova, I., Mardani, M., Khvan, A., Cheverikin, V., Richter, K.W., Kondratiev, A., Phase transformations and phase equilibria in the La–Ni and La–Ni–Fe systems. Part 2: Isothermal sections at 750, 600 and 500 °C, (2021) Calphad: Computer Coupling of Phase Diagrams and Thermochemistry, 74, статья № 102297, DOI: 10.1016/j.calphad.2021.102297 ;
3. Bajenova, I., Khvan, A., Derevyanko, M., Aristova, N., Dinsdale, A., Kondratiev, A., Pisch, A., Third-generation CALPHAD description of pure GeO₂ at 1 atm, (2021) Calphad: Computer Coupling of Phase Diagrams and Thermochemistry, 74, статья № 102299, DOI: 10.1016/j.calphad.2021.102299 ;
4. Eremeeva, Z.V., Kaplanskiy, Y.Y., Vorotylo, S., Nepapushev, A.A., Sidorenko, D.A., Khvan, A.V., Fabrication of Nanodispersed Powder of Dysprosium Hafnate Dy₂HfO₅ by Mechanochemical Method, (2021) Inorganic Materials: Applied Research, 12 (4), pp. 1042–1046, DOI: 10.1134/S2075113321040134 ;
5. Dinsdale, A., Khvan, A., Smirnova, E.A., Ponomareva, A.V., Abrikosov, I.A., Modelling the thermodynamic data for hcp Zn and Cu–Zn alloys– an ab initio and calphad approach, (2021) Calphad: Computer Coupling of Phase Diagrams and Thermochemistry, 72, статья № 102253, DOI: 10.1016/j.calphad.2021.102253;
6. Verma, V., Cozza, R.C., Cheverikin, V., Kondratiev, A., Penchaliah, R., Mechanical and tribological behavior of Al composites containing varying beryllium aluminum silicate and constant CeO₂, (2021) SN Applied Sciences, 3 (10), статья № 821, DOI: 10.1007/s42452–021–04790–3;
7. Grudinsky, P., Zinoveev, D., Yurtaeva, A., Kondratiev, A., Dyubanov, V., Petelin, A., Iron Recovery from Red Mud Using Carbothermic Roasting with Addition of Alkaline Salts, (2021) Journal of Sustainable Metallurgy, 7 (3), pp. 858–873, DOI: 10.1007/s40831–021–00400–z.

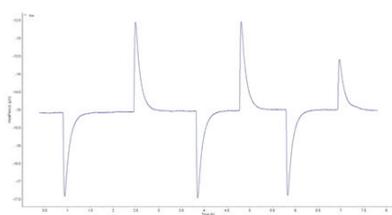


Рисунок 10 – DSC Labsys с дополнительным 3D детектором типа (Tian-Calvet) для измерения C_p

Оборудование

- Изотермический микрокалориметр растворения AlexSys (до 1000 °C);
- DSC Labsys (до 1600 °C) с дополнительным 3D детектором типа (Tian-Calvet) для измерения C_p (рисунок 10);
- Высокотемпературный дифференциальный термоанализ (до 2400 °C);
- Трубчатая печь с возможностью работы в защитной атмосфере, созданием вакуума, $T_{\text{макс}}=1700$ °C;

Центр может проводить работы по:

- определению температур фазовых превращений, теплоемкости;
- построению и оптимизации фазовых диаграмм;
- термодинамическим расчетам и моделированию материалов;
- оптимизации процессов плавки, термической обработки;
- по определению вязкости расплавов;
- оптимизации состава сплавов;
- микроструктурному анализу материалов;
- контролю качества и технологии получения продукции.

Контактная информация

Хван Александра Вячеславовна,
директор центра

8 495 339-99-00

avkhvan@misis.ru; tm_src@misis.ru

www.tmsrc.misis.ru

II. ИНСТИТУТ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И НАНОТЕХНОЛОГИЙ



Калошкин 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.

В состав института в 2021 году входили 8 выпускающих кафедр, 8 научно-исследовательских лабораторий и центров, 1 межкафедральная лаборатория.

С 2011 г. институт полностью перешел на двухуровневую систему обучения.

Подготовка бакалавров ведется по следующим направлениям:

- 22.03.01 «Материаловедение и технологии сверхтвердых материалов и ювелирных алмазов»;
- 03.03.02 «Физика»;
- 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»;
- 28.03.01 «Нанотехнология и микросистемная техника»;
- 28.03.03 «Наноматериалы».

Подготовка магистров ведется по следующим направлениям (в том числе и на английском языке):

- 03.04.02 «Физика» (рус., англ. яз.);
- 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника» (рус. яз.);
- 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» (рус., англ. яз.);
- 28.04.01 «Нанотехнология и микросистемная техника» (рус., англ. яз.);
- 28.04.03 «Наноматериалы» (рус. яз.);

Подготовка аспирантов ведется по следующим направлениям:

- 03.06.01 «Физика и астрономия»;
- 11.06.01 «Электроника, радиотехника и системы связи»;
- 22.06.01 «Технологии материалов».

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 энергетика, электроника, 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; 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 коллабораций ЦЕРН (LHCb и SHiP).

Основные научно-технические показатели института. В 2021 г. в научных изданиях, вошедших в базы цитирования Web of Science и Scopus, сотрудниками кафедр института опубликовано свыше 520 статей, среди них 1 и 2 квартилей свыше 300.

Наибольшей публикационной активностью отличились кафедры, Функциональных наносистем и высокотемпературных материалов (более 90 публикаций), Полупроводниковой электроники и физики полупроводников (более 90 публикаций) и Технологии материалов электроники (около 80 публикаций). Самой цитируемой публикацией за последние пять лет является статья 2017 г. С.В. Морозова и др. «High electron mobility, quantum Hall effect and anomalous optical response in atomically thin InSe» в журнале Nature Nanotechnology (684 цитирований). Наиболь-

шее число цитирований за пять лет набрали статьи сотрудников кафедры Технологии материалов электроники (свыше 4700 цитирований).

Общий объем финансирования госбюджетных и хоздоговорных НИР, проводимых подразделениями института в 2021 г. составил 407 млн. руб., из них больше половины по заказу хозяйствующих субъектов; примерно 20 % в рамках 218 Постановления Правительства РФ; 10 % в рамках Госзадания на науку; 15 % гранты РНФ и РФФИ.

Среди структурных подразделений ИНМИН лидером по объему финансирования является кафедра Функциональных наносистем и высокотемпературных материалов, выполнившая в 2021 г. научных исследований на сумму порядка 140 млн. руб. и НУЦ СВС (57 млн. руб.).

На главном международном форуме инноваций Китая НИТУ «МИСИС» и компания ТЭЭМП получили признание жюри и вошли в сотню лучших проектов для международного распространения, получив титул – **«100 Best Innovation Technology for International**

Transition». Научный партнер компании ТЭЭМП – кафедра физической химии НИТУ «МИСИС» представил внедренные в ТЭЭМП технологии накопления энергии – электродный материал для суперконденсаторов с органическими электролитами на основе ацетонитрила и пропиленкарбоната.

Лауреатом конкурса «Студент года Москвы – 2021» в номинации «Интеллект года» стал Валерий Торохов, студент 4 курса бакалавриата Института новых материалов и нанотехнологий.

В 2021 году сотрудниками и аспирантами ИНМИН защищены 11 кандидатских диссертаций.

407 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Контактная информация

Калошкин Сергей Дмитриевич, директор института

+7 (499) 236-03-04

+7 (495) 638-44-22,

inmin@misis.ru

misis.inmin@gmail.com

КАФЕДРА МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ



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

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

Докторов наук – 6; кандидатов наук – 16; аспирантов – 14; инженерно-технических работников – 20 чел.; магистрантов, задействованных в НИР – 57 чел.; бакалавров – 18.

В состав кафедры входит лаборатория Физики оксидных сегнетоэлектриков – заведующий лабораторией: PhD, кандидат физико-математических наук Киселев Дмитрий Александрович. В лаборатории Физики оксидных сегнетоэлектриков работают:

15 научных сотрудников, из их 4 кандидата наук; 1 ведущий инженер научного проекта (к.ф.-м.н);

2 инженера научного проекта; 1 ведущий эксперт научного проекта (д.ф.-м.н); 1 эксперт научного проекта (к.т.н).

85,5 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Наиболее крупные проекты

- РНФ (18–79–10265) «Исследование композитных мультиферроиков на основе сегнетоэлектрических монокристаллов с целью создания высокочувствительных магнитных сенсоров, в том числе для медицинских приборов»;
- РНФ (19–19–00626) «Разработка высокоскоростного сканирующего ион–проводящего микроскопа для изучения динамических процессов мембран живых клеток»;
- РНФ (19–79–30062) «Технология создания биоэлектронных интерфейсов для считывания сигналов и управления нейронными клетками»;
- РНФ (21–19–00872) «Гибридные материалы с мемристивными свойствами на основе сегнетоэлектриков и кремний–углеродных плёнок».
- Государственное задание № FSME–2020–0031 (0718–2020–0031) «Новые магнитоэлектрические композитные материалы на основе оксидных сегнетоэлектриков с упорядоченной доменной структурой: получение и свойства»;
- РФФИ («Экспансия» 20–12–50229) «Сверхчувствительные магнитоэлектрические сенсоры магнитных полей для биомедицинских применений»;
- В100 «Гибридные мультиферроики: свойства и применение».

Основные научно–технические достижения

1. Исследование влияния бора на синтез алмаза. Получен графит с высоким уровнем легирования бором из адамантан–карборановой смеси при 5,5 ГПа и 1400 °С. Методами рентгеновской дифракции и РФЭС показано, что атомы бора упорядочено замещают атомы углерода в графитовых слоях. Присутствие бора способствует значительному снижению параметров синтеза алмаза по сравнению с параметрами прямого перехода графит–алмаз. Для смеси адамантан–карборан температура синтеза составляет около 8 ГПа и 1700 °С;
2. Исследования новых сегнетоэлектрических бесвинцовых оксидных материалов на основе модифицированных перовскитов KNN и NBT. Изучено влияние катионных модификаций на структуру и функциональные свойства составов из областей морфотропных фазовых границ в системах KNN–BT и NBT–BT, модифицированных донорными (La) и акцепторными (Li, Ag, K, Mn, Ni и Fe) катионами, а также сверхстехиометрическими добавками ZnO, SiO₂, CuO. Сегнетоэлектрические фазовые переходы наблюдались в диапазоне ~ 400–700 К. При температурах > 700 К в составах, легированных акцепторами, наблюдались эффекты диэлектрической релаксации, вызванные формированием кислородных вакансий из–за дефицита в А–позициях и/или присутствием катионов со смешанной валентностью в В–позициях решетки перовскита. Наблюдались локальные петли гистерезиса для образцов на основе KNN и NBT, указывающие на переключение сегнетоэлектрической поляризации в наноразмерном масштабе. В образцах на основе KNN выявлены высокие эффективные значения пьезоэлектрического коэффициента d_{33} , коррелирующие со значениями диэлектрической проницаемости при комнатной температуре;
3. Исследования монокристаллических твердотельных электролитов на основе циркония, легированного иттрием, иттербием и гадолинием. Проведены исследования фазового состава и высокотемпературной проводимости твердых растворов $(ZrO_2)_{1-x}(R_2O_3)_x$, где R = Y, Yb и Gd, $x = 0,08–0,12$. Кристаллы $(ZrO_2)_{1-x}(R_2O_3)_x$ выращивались методом направленной кристаллизации из расплава в холодном контейнере. Для составов кристаллов вблизи фазовой границы между тетрагональной и кубической модификациями ZrO₂ образование кубического твердого раствора зависит не только от концентрации стабилизирующего оксида, но и от ионного радиуса стабилизирующих катионов. Максимальная проводимость для кристаллов стабилизированных Yb₂O₃ наблюдается при 8 мол.%, стабилизированных Y₂O₃ – 9 мол.%, а для Gd₂O₃ – 10 мол.%;
4. Оксидные диэлектрические материалы. Проведены комплексные исследования оптических, люминесцентных, электрофизических и механических свойств группы кристаллов со структурой граната типа нелегированных $Gd_3Al_xGa_{5-x}O_{12}$ ($x = 2$ и 3) и легированных $Gd_3Al_2Ga_3O_{12}:Ce^{3+}$; группы лангасита: катангасит $Ca_3TaGa_3Si_2O_{14}$ и лангатат $La_3Ga_{5.5}Ta_{0.5}O_{14}$; молибдата кальция CaMoO₄;
5. Блокирование мартенситного превращения в образцах Ti₂NiCu нанометровой толщины. Исследованы прямое и обратное мартенситное превращение в образцах Ti₂NiCu нанометровой толщины в широком интервале температур. Показано, что при уменьшении толщины менее 150 нм температура мартенситного превраще-

ния понижается, а при толщинах менее 20 нм мартенситное превращение не наблюдается вплоть до температур -172°C ;

6. Взаимодействие различных вариантов наноструктурированной поверхности титана с мезенхимальными стволовыми клетками, выделенными из жировой ткани. Проведено формирование поверхности дентальных имплантатов методами химического и электрохимического травления. На основании полученных результатов был сделан вывод о том, что наиболее развитой морфологией поверхности обладают образцы, подвергнутые комбинации химического травления и электрохимического травления

со следующими режимами: Кипячение в растворах $\text{HCl}:\text{H}_2\text{SO}_4$ (1:1), $t = 9 \text{ min}$, $T = 110^{\circ}\text{C}$ + анодирование в H_2O $t = 1 \text{ c}$, $T = 20^{\circ}\text{C}$, материал Grade 1. Для подтверждения адгезионных свойств полученных образцов, на них была высажена культура мезенхимальных стволовых клеток. Было выявлено что клетки лучше взаимодействуют с наноструктурированными при помощи анодирования поверхностями. Наилучшие показатели адгезии клеток были выявлены у образцов для графеновых покрытий наилучшие результаты были показаны для при 50% содержания этанола, температуре осаждения в 950°C и 35 минутах синтеза.

Подготовка специалистов высшей квалификации

Защита кандидатской диссертации: Турутин Андрей Владимирович (научный сотрудник лаборатории Физики оксидных сегнетоэлектриков кафедры МПид) – «Магнитоэлектрический эффект в композитных мультиферроиках на основе бидо-

менных кристаллов ниобата лития». Дата защиты: 22.09.2021 г. Решением диссертационного совета НИТУ «МИСИС» от 11.10.2021 г. присуждена ученая степень кандидата физико-математических наук.

Основные публикации

1. E.A. Skryleva, B.R. Senatulin, D.A. Kiselev, T.S. Ilna, D.A. Podgorny, Y.N. Parkhomenko, Ar gas cluster ion beam assisted XPS study of LiNbO_3 Z cut surface, *Surfaces and Interfaces*. 26 (2021) 101428. <https://doi.org/10.1016/j.surfin.2021.101428>;
2. V. Kubasov, A.M. Kislyuk, T.S. Ilna, A.S. Shportencko, D.A. Kiselev, A. V. Turutin, A.A. Temirov, M.D. Malinkovich, Y.N. Parkhomenko, Conductivity and memristive behavior of completely charged domain walls in reduced bidomain lithium niobate, *J. Mater. Chem. C*. 9 (2021) 15591–15607. <https://doi.org/10.1039/D1TC04170C>;
3. M. Bichurin, R. Petrov, O. Sokolov, V. Leontiev, V. Kuts, D. Kiselev, Y. Wang, Magnetolectric Magnetic Field Sensors: A Review, *Sensors*. 21 (2021) 6232. <https://doi.org/10.3390/s21186232>;
4. Omelyanchik, V. Antipova, C. Gritsenko, V. Kolesnikova, D. Murzin, Y. Han, A. V. Turutin, I. V. Kubasov, A.M. Kislyuk, T.S. Ilna, D.A. Kiselev, M.I. Voronova, M.D. Malinkovich, Y.N. Parkhomenko, M. Silibin, E.N. Kozlova, D. Peddis, K. Levada, L. Makarova, A. Amirov, V. Rodionova, Boosting Magnetolectric Effect in Polymer-Based Nanocomposites, *Nanomaterials*. 11 (2021) 1154. <https://doi.org/10.3390/nano11051154>;
5. M.A. Borik, D.M. Zaharov, A. V. Kulebyakin, I.E. Kuritsyna, E.E. Lomonova, N.A. Larina, F.O. Milovich, V.A. Myzina, P.A. Ryabochkina, N.Y. Tabachkova, N. V. Andreev, A.S. Chislov, Single crystal solid state electrolytes based on yttria, ytterbia and gadolinia doped zirconia, *Mater. Chem. Phys.* 277 (2022) 125499. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2021.125499>;
6. R.H. Bagramov, V.P. Filonenko, I.P. Zibrov, E.A. Skryleva, A. V. Nikolaev, D.G. Pasternak, I.I. Vlasov, Highly boron-doped graphite and diamond synthesized from adamantane and ortho-carborane under high pressure, *Materialia*. 21 (2022) 101274. <https://doi.org/10.1016/j.mtla.2021.101274>;
7. A.S. Komlev, D.Y. Karpenkov, D.A. Kiselev, T.S. Ilna, A. Chirkova, R.R. Gimaev, T. Usami, T. Taniyama, V.I. Zverev, N.S. Perov, Ferromagnetic phase nucleation and its growth evolution in FeRh thin films, *J. Alloys Compd.* 874 (2021) 159924. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.159924>;
8. A.I. Bazlov, A.G. Igrevsckaya, N.Y. Tabachkova, C. Chen, V.V. Cheverikin, A.V. Pozdniakov, J. Jiang, D.V. Louzguine-Luzgin, Thermo-mechanical processing of a $\text{Zr}_{625}\text{Cu}_{225}\text{Fe}_5\text{Al}_{10}$ glassy alloy as a way to obtain tensile ductility, *J. Alloys Compd.* 853 (2021) 157138. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2020.157138>;
9. V.G. Beshenkov, A.G. Znamenskii, A.V. Irzhak, V.A. Marchenko, Method of phase composition diagnostics of lead zirconate titanate films based on Raman spectra, *Appl. Surf. Sci.* 562 (2021) 149937. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2021.149937>;

10. E.D. Politova, G.M. Kaleva, A. V. Mosunov, S.Y. Stefanovich, N. V. Sadovskaya, T.S. Ilina, A.M. Kislyuk, D.A. Kiselev, Influence of A-site doping on properties of lead-free KNN-based perovskite ceramics, *Ferroelectrics*. 575 (2021) 158–166. <https://doi.org/10.1080/00150193.2021.1888239>;
11. E.A. Gosteva, A.B. Dymnikov, V. V. Starkov, D.M. Sedlovets, M.P. Valikhov, D.A. Vishnevsky, V.P. Chekhonin, G.A. Tumanyan, M.K. Ahmad, Interaction of Various Variants of the Nanostructured Surface of Titanium with MSCs Isolated from Adipose Tissue, *Biomimetics*. 6 (2021) 61. <https://doi.org/10.3390/biomimetics6040061>.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

- в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 54;
- объектов интеллектуальной собственности, аттестованных методик – 1 патент;
- конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения – 13;
- премий и наград за научно-инновационные достижения и т.д. – 9.

Контактная информация

Оганов Артём Ромаевич, заведующий кафедрой

8 (495) 638–44–45

факс: +7(499) 236–05–12

oganov.ar@misis.ru

a.oganov@skoltech.ru

КАФЕДРА МЕТАЛЛОВЕДЕНИЯ И ФИЗИКИ ПРОЧНОСТИ



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

Отличительной чертой кафедры является широта охвата проблем – от исследования 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 в мире научная школа конструирования материалов с высокой прочностью на основе управления их металлургическим качеством и структурой.

Основные научные направления деятельности

- физика деформации и разрушения материалов;
- моделирование процессов деформации, разрушения и структурообразования в материалах;
- структурные и металлургические факторы качества материалов;
- создание и исследование сталей, сплавов и композитов с заданным комплексом свойств;
- информационные технологии управления качеством металлопродукции;
- объемные наноматериалы и методы их получения;
- компьютеризированные средства и методы наблюдения и анализа структур и изломов;
- акустико-эмиссионные методы и технологии мониторинга деформации и разрушения;
- технология термической обработки металлов;
- экспертиза материалов и технологий.

Кадровый потенциал подразделения

Докторов наук: 4 чел, кандидатов наук: 14 чел., аспирантов: 15 чел., инженерно-технических работников: 4 чел., магистрантов задействованных в НИР: 50 чел.

16 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Наиболее крупные проекты

1. Договор с АО «ВНИИНМ» им. академика А.А. Бочвара на тему «Исследование влияния режима термической обработки на формирование структурно-фазового состава в пластинчатых пружинах, изготовленных из холоднокатаных листов сплава INCONEL 718» (5 млн. руб.);
2. Договор № ЦПТ-ТМХ-09/21 от 27.04.2021 г. «Металловедческие исследования металлургического качества бандажей и определение степени и веса влияния факторов материала на ресурс бандажей» (10,6 млн. руб.).

Основные научно-технические достижения

1. Проведены сравнительные исследования структуры и механических свойств при статическом и циклическом нагружении низкоуглеродистой стали 22К для корпусов устройств локализации расплава (УЛР) реактора ВВЭР нового поколения в условиях, имитирующих тяжелые техногенные аварии на АЭС. Получены данные о трещиностойкости и усталостной прочности материала корпуса УЛР в условиях длительных высокотемпературных термических воздействий (до 170 ч), моделирующих остывание корпуса после тяжелой аварии. Полученные уникальные экспериментальные данные о механических свойствах и сопротивлении разрушению материала корпуса УЛР необходимы для обоснования безопасности и надежности

- работы Российских атомных реакторов нового поколения в разных странах мира, в т.ч. в районах повышенной сейсмической активности;
2. Исследовано влияние режима термической обработки на формирование структурно-фазового состава и механические свойства сплава на основе никеля типа Inconel для применения в пружинах ответственного назначения для активных зон атомных реакторов;
 3. Проведены фундаментальные исследования механизмов и структурных факторов, вызывающих явление усиления горячего наклепа в штамповой стали с РАПЭ;
 4. Выполнены работы по исследованию металлургического качества железнодорожных бандажей с целью установления причин их различной работки. Обоснованы направления и определены меры по повышению металлургического качества бандажей для уменьшения их износа. Разработан проект нормативного документа «Технические условия на бандажу повышенного качества»;
 5. Изучено влияние теплового РКУП на структуру и механические свойства многокомпонентных алюминиевых сплавов. В результате РКУП достигнуто 2-кратное увеличение прочностных свойств в сплаве системы Al-Ca-Mn-Fe-Zr-Sc, а также одновременно 1.5-кратное увеличение прочностных свойств и 2.5-кратное увеличение относительного удлинения в сплаве системы Al-Mg-Ca-Mn-Fe-Zr;
 6. Проведен сравнительный анализ влияния кручения под высоким давлением на микроструктуру и механические свойства модельных бинарных эвтектических алюминиевых сплавов Al-10% La, Al-10% Ce и Al-6% Ni. Впервые на сильно деформированных бинарных алюминиевых эвтектиках достигнуто одновременное многократное (до 6 раз) повышение прочности при сохранении высокого запаса пластичности за счет формирования нано- и субмикроструктурной структуры и измельчения эвтектических частиц;
 7. Совместной деформацией кручением под высоким давлением трехслойных композиций: сталь/медь/сталь, сталь/ванадиевый сплав/сталь и ванадиевый сплав/циркониевый сплав/ванадиевый сплав получены образцы мультислойных гибридов, обладающих экстремально высокой механической прочностью с запасом пластичности;
 8. Исследованы слоистые композиты медь/алюминиевый сплав и медь/сталь/алюминиевый сплав для электротехники. Изучено влияние типа дизайна композита на его механическое поведение в условиях холодной ротационной ковки;
 9. Оценены некоторые ограничения, вносимые статистикой, для корректного применения различных процедур Big Data в металлургии для аттестации и управления качеством металлопродукции. В качестве объекта исследования использованы представительные массивы данных производственного контроля технологий получения металлопродукции различного сортамента. Выявлены особенности влияния объема выборки на результаты статистической обработки больших массивов данных производственного контроля процесса и продукта в металлургии. Показано, как отсутствие единого пространства параметров технологии ограничивает возможности классической статистики в металлургии, делает неэффективным принцип управления «по возмущению». Показано, что для объективного выделения областей с доминирующим типом зависимости необходимо учитывать возможность существования различных сценариев эволюции структуры и дефектов по технологической цепочке (технологическая наследственность) в рамках достаточно широкого поля её допуска и особенности их проявления. На этой основе возможна выработка свода управляющих правил для управления качеством металлопродукции в реальном времени;
 10. Продолжен цикл работ, связанный с цифровизацией измерений структур и изломов материалов. Исходя из представления изображений, как полей интенсивности яркости в 256 оттенках серого, развиты процедуры их трансформации в бинарные изображения и уточнены процедуры удаления объектов шумовой природы для ряда типичных структур и изломов. Разработанные алгоритмы получения и обработки цифровых изображений структур и изломов были использованы для измерения их составляющих (ряда сталей, жаропрочных и твердых сплавов) с целью выявления критических элементов структуры, лимитирующих их сопротивляемость разрушению.

Основные публикации

1. S.A. Nikulin, S.O. Rogachev, Yu.A. Nikolaev, S.G. Vasiliev, V.A. Belov, V.Yu. Turilina. High-temperature mechanical properties of low-carbon steel used for the manufacture of core catcher vessel // Progress in Nuclear Energy. 142 (2021) 104015;
2. S.O. Rogachev, R.V. Sundeev, S.A. Nikulin. Effect of severe plastic deformation by high-pressure torsion at different temperatures and subsequent annealing on structural and phase transformations in Zr-2.5% Nb alloy // Journal of Alloys and Compounds. 865 (2021) 158874;

3. S.O. Rogachev, E.A. Naumova, E.A. Lukina, A.V. Zavadov, V.M. Khatkevich. High strength Al–La, Al–Ce, and Al–Ni eutectic aluminum alloys obtained by high–pressure torsion // *Materials*. 14 (2021) 6404;
4. A.B. Rozhnov, S.A. Nikulin, V.A. Belov, E.V. Li. Effect of Impurity and Alloying Elements on the High–Temperature Oxidation Resistance of a E110 Zirconium Alloy // *Russian Metallurgy (Metally)*. 2021 (2021) 1320–1324;
5. С.А. Никулин, С.О. Рогачев, В.А. Белов, А.А. Комиссаров, В.Ю. Турилина, Н.В. Шплис, Ю.А. Николаев. Ударная вязкость металла шва сварного соединения низкоуглеродистой стали 09Г2С // *Металлург.–2021.–№ 12.–С. 39–46*;
6. Ozherelkov, D.Y., Nalivaiko, A.Y., Gromov, A.A., Solodov D.O., Komissarov A.A., Shinkaryov, A.S., Morozova, A.I. On the formation of AlSiMgCu/quasicrystal powder composite single tracks by selective laser melting // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 1014 (2021) 012032;
7. Pelevin I.A., Nalivaiko A.Yu., Ozherelkov D.Yu., Shinkaryov A.S., Chernyshikhin S.V., Arnautov A.N., Zmanovsky, S.V., Gromov, A.A. Selective laser melting of al–based matrix composites with Al₂O₃ reinforcement: Features and advantages // *Materials*. 14 (2021) 2648;
8. Anisimova N., Kiselevskiy M., Martynenko N., Willumeit–Römer R., Korniyushenkov E., Rodionov M., Dobatkin S., Estrin Y. Anti–tumour activity of Mg–6%Ag and Mg–10%Gd alloys in mice with inoculated melanoma // *Materials Science and Engineering C*. 130 (2021) 112464;
9. V. Sklenicka, J. Dvorak, P. Kral, V.I. Betekhtin, A.G. Kadomtsev, M.V. Narykova, S.V. Dobatkin, K. Kucharova, M. Kvapilova. Influence of a prior pressurization treatment on creep behaviour of an ultrafine–grained Zr–2.5%Nb alloy // *Materials Science and Engineering: A*. 820 (2021) 141570;
10. Bazhenov V.E., Li A.V., Komissarov A.A., Kolygin A.V., Tavalzhanskii S.A., Bautin V.A., Voropaeva O.O., Mukhametshina A.M., Tokar A.A. Microstructure and mechanical and corrosion properties of hot–extruded Mg–Zn–Ca–(Mn) biodegradable alloys // *Journal of Magnesium and Alloys*. 9 (2021) 1428–1442;
11. Belomyttsev M.Y., Molyarov V.G. Description of austenite recrystallization kinetics during low–alloy steel hot deformation // *Metallurgist*. 65 (2021) 841–855;
12. Кудря А.В. О решенных задачах в физике разрушения. Двадцать пять лет спустя // *Деформация и разрушение материалов.–2021.–№ 9.–С. 36–39*.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

- в российских научных журналах из списка ВАК – 9;
- в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 59;
- конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения – 7;
- защищенных кандидатских и докторских диссертаций – 1.

Кафедра МиФП при поддержке РАН и РАЕН раз в два года проводит Евразийскую научно–практическую конференцию «Прочность неоднородных структур» (ПРОСТ). Очередная X–я конференция «ПРОСТ–2021» проведена в период с 20 по 21 апреля 2021 г.

Подготовка специалистов высшей квалификации

Нгуен Суан Хоан, тема «Структура и упрочнение штамповой стали с регулируемым аустенитным превращением при эксплуатации», дисс к.т.н.

Контактная информация

Никулин Сергей Анатольевич, заведующий кафедрой

8 (495) 955–00–91

nikulin@misis.ru

www.mifp.misis.ru

КАФЕДРА ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ



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

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.

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 GaAs и алмаза;
- оптоэлектронные приборы на основе перовскитных материалов;
- радиационная отбраковка и исследование радиационной стойкости полупроводниковых структур.

Кадровый потенциал подразделения

На кафедре работают: 5 профессоров, 9 доцентов, 7 старших преподавателей, 13 сотрудников инженерно-технического состава, в том числе 4 доктора наук, 15 кандидатов наук.

В 2021 году выпускниками кафедры были защищены 21 выпускная квалификационная работа бакалавров, 16 магистерских диссертаций и 4 выпускных квалификационных работ аспирантов.

Наиболее крупные проекты

Проект РНФ №19-19-00409 «Исследование электрически активных точечных и протяженных дефектов в новом широкозонном полупроводнике α - и β -Ga₂O₃, гетероструктурах и мембранах на их основе» (объем финансирования 6,0 млн. руб., руководитель проф. Поляков А.Я.).

Выполнены 2 проекта Министерства науки и высшего образования РФ (3 млн. руб.), проект РНФ

(6 млн. руб.), х/д (1 млн. руб.) на общую сумму 10 млн. рублей. Совместно с лабораторией сверхтвердых материалов выполнен проект Росатома (28 млн руб.). Совместно с лабораторией перспективной солнечной энергетики выполнен проект в рамках 220 Постановления Правительства РФ (30 млн руб.) и два проекта РНФ (7,5 млн руб.).

Основные научно-технические достижения

- Разработана технология и изготовлены образцы детекторов альфа-частиц (площадь 16 мм²) на основе CVD монокристаллических алмазов с энергетическим разрешением порядка 0,5 %. (рисунок 11);
- В рамках работы с командой UT, CERN велись работы по установке системы измерения влажности внутри радиационной зоны;
- Проведен анализ влияния радиационного воздействия на параметры полупроводниковых широкозонных материалов ($E_g = (2-7)$ эВ);
- Проведено масштабирование технологии перовскитных солнечных батарей (печать) до размеров 100 см² (рисунок 12);

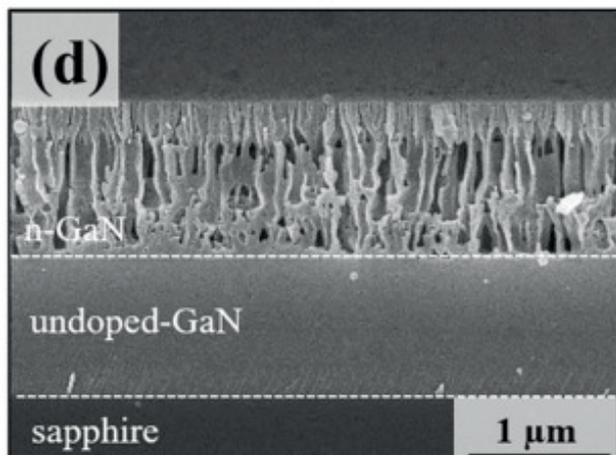


Рисунок 11 – Структура с порами GaN используемая в качестве электрода для электролиза воды и получения водорода

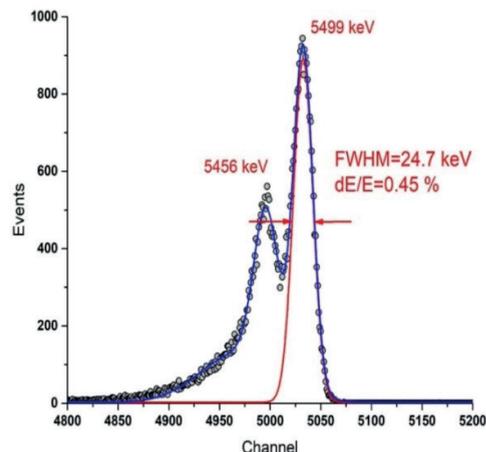


Рисунок 12 – Энергетический спектр детектора на основе CVD алмаза (FWHM = 24.7 кэВ, $E_{\alpha} = 5499$ кэВ ^{238}Pu , собственная ширина линии α -источника 20 кэВ)

Подготовка специалистов высшей квалификации

В 2021 году на кафедре обучалось 20 аспирантов. Выпускник аспирантуры Турутин А.В. защитил кандидатскую диссертацию.

Основные публикации

- Saranin, D., Pescetelli, S., Pazniak, A., Rossi, D., Liedl, A., Yakusheva, A., Luchnikov, L., Podgorny, D., Gostischev, P., Didenko, S., Tameev, A., Lizzit, D., Angelucci, M., Cimino, R., Larciprete, R., Agresti, A., Di Carlo, A., Transition metal carbides (MXenes) for efficient NiO-based inverted perovskite solar cells, Nano Energy, Volume 82, April 2021, Номер статьи 105771, IF=17,881;
- LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., Legotin S., Saranin D., Shchemerov, I, Evidence of a J/ψ Lambda structure and observation of excited $\Xi(-)$ states in the $\Xi(-)(b) \rightarrow J/\psi$ Lambda K- decay, SCIENCE BULLETIN, Том 66, Выпуск 13, Страница 1278-1287, DOI10.1016/j.scib.2021.02.030, JUL 15 2021, IF=11,78;
- Le, TS, Saranin, D, Gostishchev, P, Ermanova, I, Komaricheva, T, Luchnikov, L, Muratov, D, Uvarov, A, Vyacheslavova, E, Mukhin, I, Didenko, S, Kuznetsov, D, Di Carlo, A, All-Slot-Die-Coated Inverted Perovskite Solar Cells in Ambient Conditions with Chlorine Additives, SOLAR RRL, DEC 2021, Номер статьи 2100807, DOI10.1002/solr.202100807, IF=8,582;
- LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., Legotin S., Saranin D., Shchemerov, I, Branching Fraction Measurements of the Rare $B-s(0) \rightarrow \phi \mu(+)\mu(-)$ and $B-s(0) \rightarrow f(2)' (1525) \mu(+)\mu(-)$ Decays, Physical review letters, OCT 5 2021, Том127, Выпуск15, Номер статьи151801, DOI10.1103/PhysRevLett.127.151801, IF=9,161;
- LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., Legotin S., Saranin D., Shchemerov, I, Observation of the Mass Difference Between Neutral Charm-Meson Eigenstates, Physical review letters, SEP 7 2021, Том 127, Выпуск 11, Номер статьи 111801, DOI10.1103/PhysRevLett.127.111801, IF=9,161;
- LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., Legotin S., Saranin D., Shchemerov, I, Observation of New Resonances Decaying to $J=\Psi$ K plus and $J=\Psi$ phi, Physical review letters, AUG 17 2021, Том 127, Выпуск 8, Номер статьи 082001, DOI10.1103/PhysRevLett.127.082001, IF=9,161;
- LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., Legotin S., Saranin D., Shchemerov, I, Angular Analysis of the $B+ \rightarrow k^*+\mu+\mu-$ Decay, Physical review letters, 126(16),161802, 22 April 2021, IF=9,161;
- LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., Legotin S., Saranin D., Shchemerov, I, Observation of a New Excited $Ds+$ Meson in $BO \rightarrow d-D+K+\pi-$ Decays, Physical review letters, Volume 126, Issue 12, 26 March 2021, Номер статьи 122002, IF=9,161;

9. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., Legotin S., Saranin D., Shchemerov, I., Observation of Multiplicity Dependent Prompt χ_{c1} (3872) and ψ (2S) Production in pp Collisions, Physical review letters, Volume 126, Issue 9, 5 March 2021, Номер статьи 092001, IF=9,161;
10. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., Legotin S., Saranin D., Shchemerov, Measurement of CP Violation in the Decay $B^+ \rightarrow K^+ \pi^0$, Physical review letters, Volume 126, Issue 9, 2 March 2021, Номер статьи 091802, IF=9,161
11. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., Legotin S., Saranin D., Shchemerov, First Observation of the Decay $B_s^0 \rightarrow K^- \mu^+ \nu_\mu$ and a Measurement of $|V_{ub}| / |V_{cb}|$, Physical review letters, Volume 126, Issue 8, 25 February 2021, Номер статьи 081804, IF=9,161;
12. Saranin, D.S., Mahmoodpoor, A., Voroshilov, P.M., Simovski, C.R., Zakhidov, A.A., Ionically gated small-molecule OPV: Interfacial doping of charge collector and transport layer, ACS Applied Materials and Interfaces, Volume 13, Issue 7, 24 February 2021, Pages 8606–8619, IF=9,229;
13. Saranin, D., Komaricheva, T., Luchnikov, L., Muratov, D.S., Le, T.S., Karpov, Y., Gostishchev, P., Yurchuk, S., Kuznetsov, D., Didenko, S., Di Carlo, A., Hysteresis-free perovskite solar cells with compact and nanoparticle NiO for indoor application, Solar Energy Materials and Solar Cells, Volume 227, 1 August 2021, Номер статьи 111095, IF=7,267;
14. Gets, D., Alahbakhshi, M., Mishra, A., Haroldson, R., Papadimitratos, A., Ishteev, A., Saranin, D., Anoshkin, S., Pushkarev, A., Danilovskiy, E., Makarov, S., Slinker, J.D., Zakhidov, A.A., Reconfigurable Perovskite LEC: Effects of Ionic Additives and Dual Function Devices, Advanced Optical Materials, Volume 9, Issue 3, February 4, 2021, Номер статьи 2001715, IF=9,926;
15. Son, H., Uthirakumar, P., Chung, T.-H., Polyakov, A.Y., Lee, I.-H., Influence of Ga-halogen bond formation at the interface of nanoporous GaN photoelectrodes for enhanced photoelectrochemical water splitting efficiency, Applied Surface Science, Volume 547, 1 May 2021, Номер статьи 149105, IF=6,707.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

- Количество публикаций: статей, индексируемых в базе данных Web of Science/Scopus – 92, из них 1 и 2 квартиля – 74;
 - Количество объектов интеллектуальной собственности – 5;
 - Количество международных конференций, в которых приняли участие сотрудники кафедры – 7.
- Аспирант кафедры Алина Жаркова стала победителем конкурса УМНИК. Аспирант кафедры Кочкова Анастасия Ильинична выиграла стипендию Правительства Российской Федерации обучающимся по приоритетным направлениям. Студенты бакалавриата Феклистова Александра, Пинегин Ефим, Жидков Никита стали победителями стипендии Правительства РФ обучающимся по приоритетным направлениям. Студенты бакалавриата Карявина Дарья, Константинова Евгения и Орлова Екатерина выиграла стипендию Президента РФ обучающимся по приоритетным направлениям.

Контактная информация

Диденко Сергей Иванович, заведующий кафедрой

8 (499) 237-21-29

didenko@misis.ru

КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ И КВАНТОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



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

Наша эпоха знаменательна тем, что разрабатываемые технологии квантовых вычислений постепенно становятся перспективной базой будущего для квантовой химии, разработки новых материалов, биомедицины и искусственного интеллекта. Именно на этом междисциплинарном стыке и видятся перспективы научных исследований кафедры ТФКТ.

Основные направления проводимых исследований

В 2021 году и областями полученных новых результатов и публикаций сотрудников кафедры ТФКТ явились следующие:

- Новые сверхпроводники: индуцированная заменой Fe примесью Mn реконструкция поверхности Ферми в железосодержащем сверхпроводящем соединении $\text{SmFe}_{1-x}\text{Mn}_x\text{AsO}$ – новый магнитный переход;

- Неравновесная квантовая механика: теория фоновонного сжатия в неравновесных Рамановских спектрах фононов с временным и частотным разрешением при лазерной накачке фемтосекундными импульсами;
- Новый метод вариационных классических нейронных сетей для описания квантового отжига двумерных систем в квантовых симуляторах;
- Теория динамики фотонных конденсатов в ансамблях сверхпроводящих кубитов в микроволновом резонаторе.

Кафедра ТФКТ тесно сотрудничает с лабораториями Сверхпроводящих метаматериалов и Моделирования и разработки новых материалов МИСИС, созданных по

220-му постановлению Правительства РФ и проекту ФПИ, ЦКП МИСИС «Материаловедение и металлургия», НИИ РАН: ФИ им. Лебедева, ИФХЭ им. Фрумкина, ИТПЭ, Российским квантовым центром, МИАН им. Стеклова РАН, а также с рядом зарубежных университетов Европы и Азии (Лейденский университет, университет Бохум, университет Линчепинг и др.).

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

Основные научные направления деятельности кафедры

1. Динамические свойства сверхпроводящих метаматериалов (проф. К.Б. Ефетов, проф. С.И. Мухин, проф. П.Д. Григорьев, проф. А.В. Карпов, доц. А.А. Башарин, доц. Я.И. Родионов, снс М.В. Фистуль, снс И.М. Еремин, мнс С.С. Сеидов):
 - «временные кристаллы» и механизм высокотемпературной сверхпроводимости;
 - фазовые переходы в мультиферроиках с топологическими дефектами;
 - электродинамика микроволнового излучения в системах джозефсоновских контактов;
 - кулоновская блокада, неравновесные квантовые состояния ферми-систем;
 - новые железосодержащие сверхпроводники в сильном магнитном поле.
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. Крайильников): расчет из первых принципов (DFT) электронных и фононных спектров твердых тел при высоких давлениях и температурах;
4. Терагерцовые квантовые каскадные лазеры, квантоворазмерные резонансные туннельные структуры для солнечной энергетики (рук.: доцент М.П. Теленков);
5. Теория кристаллизации, механизм роста кластеров твердой фазы, кинетика фазовых переходов в металлических расплавах (рук.: доцент И.А. Иванов);

Кадровый потенциал подразделения

Кадровый состав кафедры включает 7 д.ф.–м.н. и 11 к.ф.–м.н. с международным опытом: 5 профессоров (средний возраст 58 лет); 6 доцентов (средний

возраст 38 лет); 1 старший преподаватель (возраст 36 лет); 6 научных сотрудников по грантам К2 «5–100» и РФФ с международным опытом; 23 аспиранта.

Основные научно-исследовательские работы

В 2021 году общий объем проектного финансирования кафедры составил более 12,2 млн. рублей. На кафедре велись научно-исследовательские работы в рамках:

- Грант РФФ–DFG 19–42–04137 «Квантовая динамика джозефсоновских вихрей» – 6,0 млн. (М.В. Фистуль, С.С. Сеидов, Я.И. Родионов, С.И. Мухин);
- Грант РФФ 20–72–00016 «Эффекты маскировки (клокинга) на основе сложных анапольных взаимодействий» – 3 млн. (А.А. Башарин, М. Кожокар);
- Грант РФФИ 19–32–90241 «Электронный перенос в неоднородных сильно анизотропных проводниках» – 0,4 млн. (П.Д. Григорьев, П.А. Воробьев, В.Д. Кочев);
- Грант К2–2020–038 «Динамические свойства сверхпроводящих метаматериалов» – 0,3 млн. (И.М. Еремин, М.В. Фистуль, С.С. Сеидов, С.И. Мухин);
- Грант РФФИ 20–32–90153 «Перспективные метаматериалы для задач невидимости и исследование прозрачности» – 1,5 млн. (А.А. Башарин).

12,2 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Основные научно-технические достижения

На кафедре успешно выполнен 2-й этап инфраструктурных проектов программы «5–100»: № К2–2020–038 «Динамические свойства сверхпроводящих метаматериалов» под руководством ведущего ученого, д.ф.–м.н. И.М. Еремина, 2-й этап гранта РФФ–DFG «Квантовая Динамика Джозефсоновских Вихрей» под руководством ведущего ученого, к.ф.–м.н. М.В. Фистуля.

Итоги работы в 2021г. отражены в научных публикациях сотрудников и аспирантов кафедры в высокорейтинговых физических журналах (из них 7 в журналах Q1 и 16 в журналах Q2). Основные результаты достигнуты в различных областях физики. Решенные задачи отражены в публикациях, некоторые наиболее заметные из которых приведены ниже.

Основные публикации

1. Massil Lakehal, Marco Schiró, Ilya M. Eremin, and Indranil Paul / Detection of squeezed phonons in pump–probe spectroscopy // PHYSICAL REVIEW B. – 2020. – Vol. 102, № 174316;
2. M. Meinero, P. Bonfà, I. J. Onuorah, I.M. Eremin, et. al. / Mn–induced Fermi–surface reconstruction in the SmFeAsO parent compound // Scientific Reports. – 2021. – Vol. 11, № 14373;
3. P. D. Grigoriev and A. M. Dyugaev / Superfluid helium film may greatly increase the storage time of ultracold neutrons in material traps // PHYSICAL REVIEW C – 2021. – Vol. 104, № 055501;
4. P. Karpov, R. Verdel, Y.–P. Huang, / Disorder–Free Localization in an Interacting 2D Lattice Gauge Theory // PHYSICAL REVIEW LETTERS. – 2021. – Vol. 126, № 130401;
5. R. Verdel, M. Schmitt, Y.–P. Huang et. al. / Variational classical networks for dynamics in interacting quantum matter // PHYSICAL REVIEW B. – 2021. – Vol. 103, № 165103;
6. S. I. Mukhin, A. Mukherjee, and S. S. Seidov “Dicke Model Semiclassical Dynamics in Superradiant Dipolar Phase in the “Bound Luminosity” State”, JETP, Vol. 132, No. 4, pp. 658–662 (2021);
7. K. O. Sedykh and D. V. Sych «Discrete optical Zeno effect for polarization of light» 2021 J. Phys.: Conf. Ser. 2086, 012167(2021).

Сотрудникам и аспирантам кафедры принадлежат в 2021 году 23 публикаций в научных журналах индексируемых в базе данных Web of Science. В част-

ности, опубликованы в журналах: первого квартиля (Q1)– 7 статей, второго квартиля (Q2) – 16 статей.

Сотрудники и аспиранты кафедры выступили в 2021 году:

- с приглашенными устными докладами на 18 международных конференциях;
- со стендовыми докладами на 5 международных конференциях.

Подготовка специалистов высшей квалификации

В 2021 году защитил кандидатскую диссертацию аспирант кафедры ТФКТ: С.С. Сеидов.

Премии и награды за научно–инновационные достижения

Студенты группы iphd ТФКТ стали победителями:

- Сергей Калинин: 76–е Дни Науки ; победитель
- Гладилович Павел: 76–е Дни Науки ; победитель

Контактная информация

Смирнова Екатерина Александровна, ученый секретарь

8 (495) 955–00–62;

8 (495) 638–44–69

dis08@misis.ru

ekaterina.smirnova@misis.ru

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОНИКИ



Костишин Владимир Григорьевич, заведующий кафедрой, д-р физ.-мат. наук, профессор действительный член Академии Инженерных Наук РФ

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.).

Основным направлением научно-исследовательской работы кафедры является разработка технологий получения материалов макро-, микро- и наноэлектроники, а также новых материалов. Результаты научных исследований сопровождаются разработкой математических моделей процессов. Общий объем финансирования НИР за 2021-й год составил свыше 14 000 тыс. руб.

Кадровый потенциал подразделения

На кафедре работают 25 сотрудников, из них: 6 профессоров докторов наук, 12 доцентов кандидатов наук, 3 ассистента без ученой степени, 1 зав. лабораторией, 4 учебных мастера.

На кафедре обучается 19 аспирантов.

14 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Основные научные направления

- радиопоглощающие и радиозащитные магнитные композиты на основе ферритов и FeNiCo-сплавов;
- функциональные аморфные микропровода для сенсорики, смарт-материалов и биомедицины;
- анизотропные пластины и пленки гексаферритов для СВЧ-электроники мм-диапазона и ТГц-спектроскопии;
- металлоуглеродные нанокompозиты;
- мультиферроидные и магнито-электрические эффекты в магнитодиэлектриках и композитах.

Основные научно-технические достижения

1. Синтезированы образцы многокомпонентных магнитных оксидов со структурой магнетоплюмбита (гексаферриты М-типа) и композиционные материалы на их основе. Установлено влияние гетеровалентного замещения ионами Zr^{4+} и Sn^{4+} на особенности структурно-фазовых характеристик, магнитных и электродинамических свойств $BaFe_{12-x}D_xO_{19}$ (где $D = Zr^{4+}$ и Sn^{4+} , $0,1 < x < 1,2$) в широких диапазонах магнитных полей и частот. Установлена корреляция уровня концентрационного замещения в $BaFe_{12-x}D_xO_{19}$ (где $D = Zr^{4+}$ и Sn^{4+} , $0,1 < x < 1,2$) и амплитудно-частотными характеристиками в диапазоне частот 1–6 ГГц. Показана перспективность использования гетеровалентно-замещенных гексаферритов М-типа для формирования композиционных материалов для обеспечения электромагнитной совместимости в СВЧ-диапазоне. Синтезированы композиционные материалы на основе порошков гексаферритов, диспергированных в полимерную матрицу $BaFe_{12-x}D_xO_{19}/ПВДФ$ (где $D = Al^{3+}$, $x = 0,3$) с добавлением терморасширенного графита (ТРГ). Установлена зависимость между

- концентрацией гексаферритового порошка (от 5 до 25 мас.%) в композиционном материале $\text{BaFe}_{12-x}\text{DxO}_{19}$ /ПВДФ и их магнитными свойствами. Проведены исследования антенных характеристик (на основе анализа частотных зависимостей S -параметров), что позволило промоделировать эффективность использования композитов типа $\text{BaFe}_{12-x}\text{DxO}_{19}$ /ПВДФ на практике. Установлено влияние концентрации ТРГ (от 1 до 5 масс.%) на магнитные, электрические и электродинамические характеристики композитов типа $\text{BaFe}_{12-x}\text{DxO}_{19}$ /ПВДФ/ТРГ. Показано усиление экранирующих свойств композиционных материалов при добавлении наноразмерных производных углерода за счет увеличения электрических потерь;
- Синтезированы композиционные материалы на основе двух магнитомягких фаз ферритов со структурой шпинели: Zn-феррит шпинель (ZnFe_2O_4 или Zn-ФШ) и Gd-Ga-замещенные Ni-Co-ферриты со структурой шпинели ($[\text{Ni}_{1/2}\text{Co}_{1/2}](\text{Gd}_{001}\text{Ga}_{001}\text{Fe}_{198})\text{O}_4$ или NCGG-ФШ). Состав отдельных магнитомягких фаз был постоянным. Состав КМ на основе ферритов со структурой шпинели изменялся за счет варьирования объемного соотношения между фазами NCGG-ФШ:Zn-ФШ = 1:1, 1:2, 1:3, 2:1, 3:1, 4:1. Проведены исследования структурно-фазового состояния объектов исследований. Показано, что магнитные характеристики исследуемых КМ находятся в сильной зависимости от соотношения магнитных фаз NCGG-ФШ:Zn-ФШ, что обусловлено, как влиянием магнитных свойств каждой из фаз, так и особенностями межфазного обменного взаимодействия. Показано значительное влияние температуры на изменение магнитных характеристик КМ. Так, установлено, что увеличение значений намагниченности насыщения и остаточной намагниченности при понижении температуры до 10К является результатом снижения вклада тепловых флуктуаций ионов в узлах решетки, что объясняет увеличения степени обменных взаимодействий прежде всего в каждой магнитной фазе. Отмечено, что значительное увеличение коэрцитивной силы для КМ при охлаждении до 10К является результатом увеличения среднего размера магнитного домена;
 - Проведены исследования в области высокочастотного магнитоимпеданса аморфных и частично кристаллизованных сплавов на основе Со в форме микропроводов. Определены основные механизмы достижения значительного изменения импеданса под действием механических напряжений (до 60% на 100 МПа), которые связаны с переориентацией статического магнитного момента и сдвигом частоты ферромагнитного резонанса. Максимальная чувствительность достигается в частично кристаллизованных микропроводах, подвергнутых токовому отжигу, что приводит к усилению магнитной анизотропии, обусловленной магнитоупругими взаимодействиями;
 - Обнаружен структурный переход в аморфных сплавах на основе Со при температурах отжига близких к температуре кристаллизации, что приводит к резкому изменению константы магнитострикции и позволяет реализовать температурно-устойчивую доменную структуру циркулярного типа. Существование такой структуры после отжига было подтверждено магнито-оптическими исследованиями. За счет формирования строго определенной циркулярной анизотропии было достигнуто изменение импеданса микропроводов порядка 50%/Э при гигагерцовых частотах;
 - Изучены свойства термообработанного на воздухе полимера полиакрилонитрила в диапазоне температур 150–250 °С. Установлены кинетические параметры (энергия активации и предэкспоненциальный множитель) синтеза и термохимические свойства органического полупроводника при термической обработке. При повышении температуры до 150 °С исходная структура полимера не меняется. Кроме того, при росте температуры нагрева от 180 до 250 °С возникает структура «ядро – оболочка». Полученные результаты могут быть использованы при разработке метода синтеза органического полупроводника с контролируемыми свойствами.

Полученные объекты интеллектуальной собственности

Исаев И.М., Костишин В.Г., Коровушкин В.В., Шакирзянов Р.И., Тимофеев А.В., Миронович А.Ю.,

Салогуб Д.В. Радиопоглощающий феррит. Патент РФ №2759859.

Подготовка специалистов высшей квалификации

Дарвиш Мустафа Адел Абделаиз Элсайед. «СТРУКТУРНЫЕ, МАГНИТНЫЕ И ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАГНИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЗАМЕЩЕННЫХ ГЕКСАФЕРРИТОВ M-ТИПА». Защита диссертации

на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.2706. 21 июня 2021 г. НИТУ МИСИС (научный руководитель доц. Морченко А.Т.).

Основные публикации

1. M.A. Darwish, Asmaa I. Afifi, Anwer S. Abd El-Hameed, H.F. Abosheiasha, A.M. A. Henaish, D. Salogub, A.T. Morchenko, V.G. Kostishyn, V.A. Turchenko, A.V. Trukhanov, Can hexaferrite composites be used as a new artificial material for Antenna applications? *Ceramics International* 47(2), (2021) 2615–2623 <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2020.09.108>;
2. M.A. Darwish, H.F. Abosheiasha, A.T. Morchenko, V.G. Kostishyn, V.A. Turchenko, E.L. Trukhanova, K.A. Astapovich, A.V. Trukhanov Impact of the Zr-substitution on phase composition, structure, magnetic, and microwave properties of the BaM hexaferrite *Ceramics International* 47 (2021) 16752–16761 <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2021.02.247>;
3. M.A. Darwish, A.T. Morchenko, H.F. Abosheiasha, V.G. Kostishyn, V.A. Turchenko, M.A. Almessiere, Y. Slimani, A. Baykal, A.V. Trukhanov Impact of the exfoliated graphite on magnetic and microwave properties of the hexaferrite-based composites *Journal of Alloys and Compounds* 878 (2021) 160397 <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.160397>;
4. M.A. Darwish, V.A. Turchenko, A.T. Morchenko, V.G. Kostishyn, A.V. Timofeev, M.I. Sayyed, Zhipeng Sun, S.V. Podgornaya, E.L. Trukhanova, E.Yu. Kaniukov, S.V. Trukhanov, A.V. Trukhanov Heterovalent substituted BaFe_{12-x}Sn_xO₁₉ (0.1≤x≤1.2) M-type hexaferrite: chemical composition, phase separation, magnetic properties and electrodynamic features *Journal of Alloys and Compounds* 896 (2022) 163117, <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.163117>;
5. M.A. Almessiere, S. Güner, Y. Slimani, M. Hassan, A. Baykal, M.A. Gondal, U. Baig, S.V. Trukhanov, A.V. Trukhanov Structural and magnetic properties of Co_{0.5}Ni_{0.5}Ga_{0.01}Gd_{0.01}Fe_{1.98}O₄/ZnFe₂O₄ spinel ferrite nanocomposites: Comparative study between sol-gel and Pulsed Laser Ablation in Liquid approaches» *Nanomaterials*, 11(9) (2021) 2461, <https://doi.org/10.3390/nano11092461>;
6. Д. Алам, М. Г. Нематов, Н.А. Юданов, С.В. Подгорная, High Frequency Magnetoimpedance (MI) and stress-MI in Amorphous Microwires with Different Anisotropy, *Nanomaterials*, 2021, 11(5), 1208, <https://doi.org/10.3390/nano11051208> ;
7. М. Г. Нематов, В. Колесникова, С.А. Евстигнеева, Д. Алам, , Н.А. Юданов, А.А. Самохвалов, Н. Андреев, С.В. Подгорная, И. Солдатов, Р. Шафер, В. Родионова. Excellent soft magnetic properties in Co-based amorphous alloys after heat treatment at temperatures near the crystallization onset, *J. Alloys and Compounds*, 2022, 890, 161740, <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.161740>;
8. Козлов В.В., Васильев А.А., Горичев И.Г., Калашник А.Т., Костишин В.Г., Табаров Ф.С., Годаев Б.С., Ситнов М.А. Исследование свойств стабилизированного термообработанного полиакрилонитрила на воздухе. // *Заводская лаборатория. Диагностика материалов*. 2021. Т.87. № 7. С.30–37.

Кафедра в течение ряда лет занимает 1-е место в НИТУ «МИСИС» по количеству цитирований научных публикаций ее сотрудников.

Контактная информация

Костишин Владимир Григорьевич, заведующий кафедрой

8 (495) 638-46-51

8-(965) 297-94-10

kostishin@misis.ru

КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ



Савченко Александр Григорьевич, заведующий кафедрой, канд. физ.-мат. наук Государственный советник Российской Федерации III класса

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 наукоёмких 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, мёссбауэровской спектроскопии, высокоразрешающей калориметрии и термогравиметрического анализа, комплексных исследований магнитных свойств.

Основные научные направления деятельности

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), PЗМ-

Fe-B (PЗМ – редкоземельные металлы), Sm-Co, Sm-Fe-N, Sm(Co,Fe,Cu,Zr)₂, Fe-M-O (M – Fe, Ba, Sr, PЗМ и др.) и магнитотвёрдых обменно-связанных наноконпозиатах;

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 наноструктурированных МТМ на основе сплавов систем PЗМ-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 интер-

вале 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 подразделения

6 профессоров, 16 доцентов, 1 старший преподаватель, 4 ассистента, 8 экспертов и инженеров научного проекта, 2 специалиста по учебно-методической работе, заведующий учебной лабораторией и 5 учебных мастеров.

Из них: 3 доктора физико-математических наук, 1 доктор химических наук, 1 доктор биологических наук, 14 кандидатов физико-математических наук, 4 кандидата технических наук, 4 кандидата химических наук. На кафедре обучаются 23 аспиранта.

Наиболее крупные проекты

Хозяйственный договор с АО «ВНИИХТ» на тему «Исследование структурных составляющих и фазового состава исходных материалов, сырья и получаемых

материалов (P3Э, W, Mo, Re и другие) при выполнении укрупненных работ».

Основные научно-технические достижения

1. Выполнены исследования по синтезу и анализу многокомпонентных сплавов (так называемых «высокоэнтропийных»), обладающих высоким потенциалом при использовании их в качестве сплавов-накопителей водорода. Предложена термодинамическая модель для оценки возможности синтеза однофазного многокомпонентного сплава. На основе этой модели различными способами (электродуговой выплавкой, электронно-лучевой выплавкой с последующей закалкой из расплава и механическим синтезом (МХС)) получены однофазные сплавы TiVZrNbTa с объемно-центрированной кубической (ОЦК) решёткой. Установлено, что для сплавов эквивалентного состава, полученных электродуговой и электронно-лучевой выплавкой, в процессе гидрирования происходит полное превращение структуры ОЦК в ГЦК, концентрация водорода в образующихся гидридах достигает 1,5 H/M (1,6 масс. %). В то же время, в сплаве, полученным МХС, происходит частичная аморфизация в процессе гидрирования, с максимальной способностью поглощения водорода 0,9 масс. %. Сделано предположение, что разное поведение сплавов в процессе

гидрирования связано со степенью равновесия исходного сплава, приобретённого при разных способах их синтеза. Так, методы высокотемпературного синтеза (электродуговая и электронно-лучевая выплавка) позволяют атомам металла занимать устойчивые положения при переходе из жидкой фазы в твердый раствор. Напротив, низкотемпературный механический синтез приводит к образованию сильно неупорядоченной несовершенной кристаллической структуры, что делает ее более склонной к расслоению и/или аморфизации (В.Ю. Задорожный, И.В. Щетинин, М.В. Железный, А.И. Новиков, Г.С. Миловзоров, А.А. Король);

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 – 35 %Cr – Co – 3 %Mo с массовой долей 17, 20 и 24,5 %Co. Показано, что при увеличении содержания кобальта до 24,5 %Co в сплавах Fe–Cr–Co образуются фазы, отсутствующие в сплавах с меньшим содержанием кобальта – интерметаллид Fe₅Co₃

и твердый раствор на основе кобальта, рисунок 13 (А.С. Перминов, Е.А. Алексеев, А.Г. Шпагин, Е.А. Кобзева, Г.С. Корякин, В.А. Дорофеева);

3. Проведены исследования влияния различных процессов структурной релаксации на изменение динамических магнитных свойств в процессе нагрева аморфных сплавов на основе кобальта и железа. В результате проведенных исследований показано, что значение амплитуды магнитной B_m индукции всех исследованных сплавов с ростом температуры уменьшается, причем интенсивность падения B_m при повторном нагреве становится меньше. Последнее говорит о том, что в случае аморфных сплавов на изменения магнитной индукции при нагреве влияет не только разупорядочивающий тепловой фактор, но также процессы структурной релаксации, прежде всего, релаксация внутренних закалочных напряжений и выход избыточного свободного объема. Кроме того, показано, что коэрцитивная сила для всех исследованных сплавов при первичном нагреве изменяется по кривой с максимумом, что можно связать с конкуренцией нескольких факторов: релаксации напряжений, гомогенизации аморфной фазы с одной стороны и направленным упорядочением с другой (доцент Е.А. Шуваева, бакалавры П.И. Михайлова, Е.М. Никитина, Я.И. Ушницкий);
4. Проведено исследование статических магнитных свойств закаленных из расплава методом спиннингования лент аморфного сплава системы Fe–Co–Si–В марки ЗОКСР с целью получения типовых кривых намагничивания и проверки возможности применения формулы Штейнмеца для аппроксимации зависимости потерь на перемагничивание от индукции при статических измерениях магнитных свойств аморфного

сплава. В магнитных полях напряженностью 300, 800 и 1600 А/м получены кривые намагничивания и определены стандартные и дополнительные параметры кривой намагничивания и петли гистерезиса. Методом численного дифференцирования кривой намагничивания определена дифференциальная магнитная проницаемость в разных полях; максимальная дифференциальная проницаемость равна $4,7 \cdot 10^4$. Численным интегрированием по методу трапеций получено среднее значение работы намагничивания $W = 208$ Дж/м³ и определены потери энергии за один цикл квазистатического перемагничивания $W_h = 66,4$ Дж/м³ (в поле 1600 А/м). Построением степенной линии тренда установлена возможность использования формулы Штейнмеца $W_h = aB_m^n$ для описания зависимости потерь от индукции для аморфного сплава ЗОКСР в виде степенной функции с показателем степени 1,32 при коэффициенте детерминации R^2 больше 0,97 (В.Ю. Введенский);

5. Методом высокоэнергетического помола получены порошки нано-композитов номинального состава $(1-x)\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}/x\text{Co}$, где $x = 0,1, 0,2$ и $0,3$, изучено влияние температур отжига (в диапазоне 800 ... 1000 °С) на их микроструктуру, морфологию и магнитные свойства. Методом рентгеновской дифракции установлено, что в состоянии после высокоэнергетического помола в порошках присутствуют две фазы: $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ и Co . С использованием сканирующей электронной микроскопии выполнены исследования морфологии, размера и элементного состава синтезированных нанокомпозитов (см. рисунок). Для оценки температуры фазовых превращений в порошках нанокомпозитов использовали ДСК/ТГ-анализ. Магнитные измерения порошков при комнатной температуре

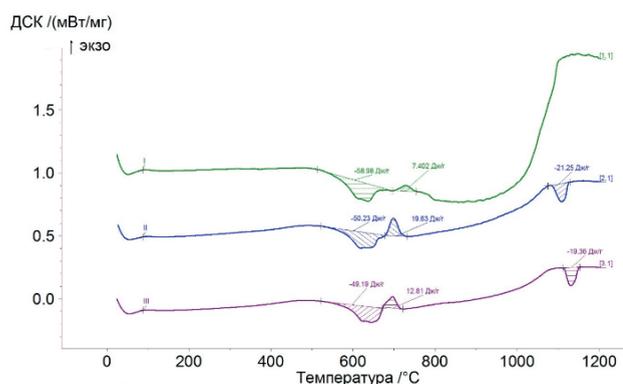


Рисунок 13 – Результат калориметрического анализа для образцов сплавов Fe–35%Cr–Co–3%Mo с различной массовой долей кобальта (I – 17, II – 20 и III – 24,5 %Co) с при нагреве от 30 до 1200 °С со скоростью нагрева 10,0 К/мин

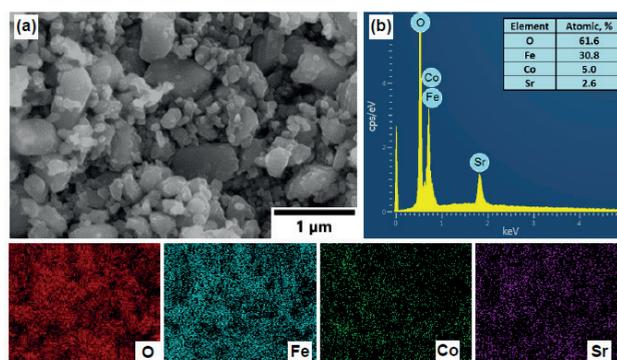


Рисунок 14 – (а) СЭМ-изображение, (б) спектр EDX и EDX-карты распределения O, Fe, Co и Sr соответственно в порошках нанокомпозита $0,9\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}/0,1\text{Co}$.

выполнены с использованием вибрационного магнитометра. Установлено, что по мере увеличения содержания Co коэрцитивная сила (Hc) нанокompозитов после помола снижается. Удельная намагниченность насыщения (σ_s) увеличивается с повышением температуры старения, достигая максимума ($\sigma_s = 110 \text{ Ам}^2/\text{кг}$) при $x = 0.1$ после отжига при $1000 \text{ }^\circ\text{C}$. Порошки с $x = 0.1$, отожжённые при $800 \text{ }^\circ\text{C}$, обнаруживают более высокое (примерно на $10,2 \%$) значение коэффициента прямоугольности (величины отношения σ/σ_s), по сравнению с однофазным $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$. В результате проведённых исследований показано, что методом высокоэнергетического помола в системе $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{Co}$ могут быть получены высококоэрцитивные нанокompозиты, пригодные для использования в качестве материалов для постоянных магнитов, рисунок 14 (А. Семаида, А.Г. Савченко, В.П. Менушенков, И.Г. Бордюжин, И.В. Щетинин).

6. Совместно с сотрудниками РХТУ им. Д.И. Менделеева выполнено исследование нового химического метода синтеза магнитных наночастиц интерметаллического соединения $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$, состоящего из нескольких этапов. На первом этапе методами химического осаждения синтезировали наночастицы оксида неодима Nd_2O_3 , оксида железа Fe_2O_3 и бората железа Fe_3BO_3 . На втором этапе порошки смешивали в необходимой пропорции и восстанавливали, используя двухэтапный диффузионно-восстановительный процесс: сначала при $800 \text{ }^\circ\text{C}$ в среде $\text{Ar} + 5 \%$ H_2 , а затем, для образования фазы $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$, к смеси порошков добавляли порошок гидроксида кальция. Полученную смесь прессовали в таблетки и при $800 \text{ }^\circ\text{C}$ в среде Ar проводили кальциетермический восстановительно-диффузионный синтез. На третьем этапе нанопорошки $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ отделяли от оксида кальция CaO путём промывки полученного продукта раствором гидроксида аммония и этанола $\text{NH}_4\text{Cl}/\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. Фазовый состав, структуру и морфологию частиц определяли методами рентгеновских дифракции, сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии. Размеры частиц определяли методом динамического рассеивания света. Состав наночастиц определяли с помощью энергодисперсионного рентгеновского спектрометра. Результаты рентгеновской дифракции свидетельствуют о высокой эффективности предложенного метода для получения нанопорошков интерметаллида $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ (О.Э. Абдурахмонов, М.Э. Алисултанов, Е.В. Юртов, Е.С. Савченко, А.Г. Савченко);
7. Предложена интерполяционная модель петли гистерезиса, обеспечивающая совпадение теоретических и экспериментальных кривых в вершинах петли гистерезиса, а также в точках

остаточной индукции и коэрцитивной силы. Для описания нисходящей и восходящей ветвей петли гистерезиса использована модифицированная дробно-линейная функция для вклада в индукцию необратимых процессов перемагничивания и функция Ланжевена для обратимого вклада. Установлена адекватность модели путем сравнения расчетных и экспериментальных данных, полученных в магнитных полях с малой и большой напряженностью, на примере трёх аморфных магнитомягких сплавов на основе железа ($\text{Fe}_{77}\text{Ni}_1\text{Si}_9\text{B}_{13}$), кобальта ($\text{Co}_{68}\text{Cr}_4\text{Fe}_4\text{Si}_{13}\text{B}_{11}$) и железо-кобальта ($\text{Fe}_{56}\text{Co}_{25}\text{B}_{14}\text{Si}_5$). Проверка адекватности модели осуществлялась с использованием дисперсионного анализа, основанного на расчете остаточной дисперсии магнитной индукции и вычислении критерия Фишера. Полученная модель обеспечивает достаточно качественную аппроксимацию значений магнитной индукции частных петель гистерезиса с коэффициентом детерминации больше $0,98$ и погрешностью, не превышающей погрешность измерений, а её применение не требует сложных расчётов или разработки специальной компьютерной программы (В.Ю. Введенский, Е.Н. Токмакова);

8. Проводятся исследования в области синтеза и оптимизации свойств безредкоземельных магнитных материалов на основе систем Mn-Al-(C) , Mn-Al-Ga и Mn-Bi . Проведены исследования по влиянию мегапластических деформация методом кручения под гидростатическим давлением на формирование структуры и магнитных свойств сплавов. Показан немонотонный характер изменения параметра порядка в сплаве при изменении величины истинной деформации до деформаций, соответствующих 20 оборотам. Параметр порядка изменяется по кривой с минимумом: он снижается с 0.95 до 0.5 при деформации, соответствующей 3 оборотам, после чего, при дальнейшей деформации, происходит частичное восстановление параметра порядка до значения 0.6 при 20 оборотах. Исследовано влияние температуры отжига деформированных образцов на степень рекристаллизации и размер зерен рекристаллизованной фазы. Для сплавов системы Mn-Al-Ga , исследовано формирование двух изоструктурных τ -фаз, с различающимся составом и повышенной термической стабильностью. Показано, что термические отжиги при температурах, соответствующих температурам термо-механической обработки сплавов не приводят к значительной деградации одной из двух фаз, разложению её на стабильные $\beta\text{-Mn}$ и γ -фазу. Повышенная стабильность τ -фазы может быть использована для изготовления безредкоземельных постоянных магнитов путем их термо-механи-

ческой обработки или спекания (М.В. Горшенков, А.С. Фортуну);

9. Методом спиннингования получены образцы сплавов систем Fe–Co–Si–B и Fe–Co–Si–B–P различного состава, где варьировалось соотношение долей матрицы и аморфизирующих добавок. На основании литературных источников предложена система, дальнейшее легирование которой позволит сделать выводы о форми-

ровании магнитных и механических свойств в аморфных сплавах на основе железа и кобальта при легировании P, Zr и Ta. Результаты экспериментальных плавов сплавов различных составов систем Fe–Co–Si–B и Fe–Co–Si–B–P позволили сократить область поиска оптимального базового состава, получение которого требуется для дальнейшего проведения НИР (П.С. Могильников, Н.Ю. Колотовкин).

Основные публикации

1. Glezer A.M., I.A. Khriplivets, R.V. Sundeev, D.V. Louzguine–Luzgin – Quantitative characteristics of shear bands formed upon deformation in bulk amorphous Zr–based alloy // *Materials Letters* 281 (10.09.2020) 128659;
2. Glezer A.M., D.V. Louzguine–Luzgin, I.A. Khriplivets, R.V. Sundeev – Effect of high–pressure torsion on the tendency to plastic flow in bulk amorphous alloys based on Zr. // *Materials Letters* 256 (2019) 126631;
3. Khriplivets I.A. – The influence of rolling and high–pressure torsion in the Bridgman chamber on the quantitative characteristics of shear bands in an amorphous Zr–based alloy. // *Frontier Materials & Technologies*. 2021;(2):67–74;
4. Vvedenskiy V.Yu., E.N. Tokmakova – Model of the hysteresis loop of soft–magnetic amorphous alloys with the usage of a modified linear fractional function // *Lett. Mater.* 2021. V. 11. № 2. P. 158–163. DOI: 10.22226/2410–3535–2021–2–158–163;
5. Savin N.A., V.S. Kolmogorov, R.V. Timoshenko, N.L. Klyachko, Yu.N. Parkhomenko, S.V. Salikhov, A.G. Majouga, A.S. Erofeev, P.V. Gorelkin. – Application of Nanotechnologies in Studying Yeast Structure in *Candida* // *Nanobiotechnology Reports* 2021. 16(4):450–72. doi: 10.1134/S263516762104011X;
6. Timoshenko R.V., A.N. Vaneev, N.A. Savin, N.L. Klyachko, Yu.N. Parkhomenko, S.V. Salikhov, A.G. Majouga, P.V. Gorelkin, A.S. Erofeev – Promising Approaches for Determination of Copper Ions in Biological Systems // *Nanotechnologies in Russia* 2020. 15(2). doi: 10.1134/S1995078020020196;
7. Fortuna A.S., Gorshenkov M.V., Sundeev R.V. – The effect of high–pressure torsion on the structure and long–range order of ferromagnetic τ –MnAl alloy // *Materials Letters*. 2021. V. 2961. 129888. 10.1016/j.matlet.2021.129888;
8. Fortuna A.S., Gorshenkov M.V., Cheverikin V.V., Sundeev R.V. – Influence of annealing on the microstructure and magnetic properties of the τ –MnAl alloy deformed by high pressure torsion // *Journal of Alloys and Compounds*. 2022. 901. 163424. 10.1016/j.jallcom.2021.163424;
9. Zadorozhnyy V., V. Soprunyuk, S. Klyamkin, M. Zadorozhnyy, E. Berdonosova, I. Savvotin, A. Stepashkin, A. Korol, A. Kvaratskheliya, D. Semenov, J. Eckert, S. Kaloshkin – Mechanical spectroscopy of metal/polymer composite membranes for hydrogen separation // *Journal of Alloys and Compounds*, 2021, Vol. 866, pp. 159014 (DOI: 10.1016/j.jallcom.2021.159014);
10. Sharma A., M. Zadorozhnyy, A. Stepashkin, A. Kvaratskheliya, A. Korol, D. Moskovskikh, S. Kaloshkin, V. Zadorozhnyy – Investigation of Thermophysical Properties of Zr–Based Metallic Glass–Polymer Composite // *Metals*, 2021, Vol. 11, Issue 9, article number: 1412 (DOI: 10.3390/met11091412);
11. Zheleznyi M.V., Karpenkov Y.D., Gorshenkov M.V., Zanaeva E.N., Khudina E.V., Dormidontov N.A. – Magnetic hysteresis properties and structure of melt–spun (Nd_{0.8}–xCe_xZr_{0.2}) (Fe_{0.75}Co_{0.25})_{11.3}Ti_{0.35}V_{0.35} alloys (x = 0–0.3) after annealing and nitriding // *Journal of Physics: Conference Series*, 2021, V. 1758, No 012041, DOI: 10.1088/1742–6596/1758/1/012041;
12. Sharma A., V. Zadorozhnyy – Review of the Recent Development in Metallic Glass and Its Composites”, *Metals*, 2021, Vol. 11, Issue 12, article number: 1933 (DOI: 10.3390/met11121933);
13. Zadorozhnyy V., I. Tomilin, E. Berdonosova, C. Gammer, M. Zadorozhnyy, I. Savvotin, I. Shchetinin, M. Zheleznyi, A. Novikov, A. Bazlov, M. Serov, G. Milovzorov, A. Korol, H. Kato, J. Eckert, S. Kaloshkin, S. Klyamkin – Composition design, synthesis and hydrogen storage ability of multi–principal–component alloy TiVZrNbTa // *Journal of Alloys and Compounds*, 2022, Vol. 901, pp. 163638 (DOI: 10.1016/j.jallcom.2022.163638);
14. Ivanova A.V., A.A. Nikitin, A.N. Gabashvily, M.A. Abakumov – Synthesis and intensive analysis of antibody labeled single core magnetic

nanoparticles for targeted delivery to the cell membrane // *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. 2021;

15. Petrov R.A., S.R. Mefedova, E.Yu. Yamansarov, S.Yu. Maklakova, D.A. Grishin, E.V. Lopatukhina, O.Y. Burenina, A.V. Lopukhov, S.V. Kovalev, Yu.V. Timchenko, E.E. Ondar, Y.A. Ivanenkov, S.A. Evteev,

A.N. Vaneev, R.V. Timoshenko, N.L. Klyachko, A.S. Erofeev, P.V. Gorelkin, E.K. Beloglazkina, A.G. Majouga – New Small-Molecule Glycoconjugates of Docetaxel and GalNAc for Targeted Delivery to Hepatocellular Carcinoma // *Molecular Pharmaceutics* 2021. 18(1):461–68. doi: 10.1021/acs.molpharmaceut.0c00980.

Учебное пособие

Лилеев А.С. – Механизмы перемагничивания магнитных материалов. Моделирование процессов

перемагничивания. Часть 2. Учебное пособие // М.: Издательский дом «МИСИС», 2021. – 58 с.

Участие в конференциях

1. European Biophysics Conference 2021 (EBSA 2021), 24–28 июля 2021, Вена, Австрия;
2. Microscopy and Microanalysis 2021, 1 августа – 5 октября 2021, онлайн, США;
3. 65th Biophysical Society Annual meeting, 22–26 February 2021, онлайн, США;
4. X Международная школа, посвященная 10-летию лаборатории «Физика прочности и интеллектуальные диагностические системы» (Тольятти, 13–17 сентября 2021 года);
5. «Девятая международная конференция «Кристаллофизика и деформационное поведение перспективных материалов»» 22–26 ноября 2021, Москва, НИТУ «МИСИС»;
6. 3-я Международная школа-конференция «Сканирующая зондовая микроскопия для биологических систем – 2021» (BioSPM–2021), НИТУ «МИСИС», Москва;
7. V Международная научно-практическая конференция. «Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте» (19–20 октября 2021 г.), Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т.Ф. Горбачева, Кемерово;
8. Международная научно-практическая конференция молодых исследователей им. Д.И. Менделеева (25–27 ноября 2021 г.), ТИУ, Тюмень;
9. VIII Всероссийский молодежный научный форум «Open Science 2021», г. Гатчина, Ленинградская обл., 17–19 ноября 2021 г.;
10. X Евразийская научно-практическая конференция «Прочность неоднородных структур» – ПРОСТ 2021, Россия, Москва, НИТУ «МИСИС», 20–22 апреля 2021 г. С. 95.
11. 1st EEIGM International Online Conference on Materials Science and Engineering, 22–23 April 2021;
12. International Symposium on Materials for Energy Storage and Conversion (mESC–IS 2021), 5th Int. Symp on Materials for Energy Storage and Conversion, Akyaka, Mugla, Turkey, 14–17 September 2021;
13. Юбилейный научный форум «РФФИ – ГФЕН: 25 лет сотрудничества», Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», 15–17 июня 2021 г.;
14. Лаплаз–2021. Сборник научных трудов VII международной конференции. Москва, 2021 г.;
15. Всероссийская (национальная) научно-практическая конференция «Актуальные проблемы науки и техники» Ростов-на-Дону, 2021 г.

Оборудование

Количество единиц уникального оборудования – более 20, в том числе представлены на рисунке 15.



Диффрактометр Rigaku SmartLab, Rigaku



Синхронный термоанализатор Netzsch STA 449 F3



Спектрометр последовательного действия Primus II, Rigaku



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



Высокоэнергетическая шаровая планетарная мельница Retsch PM 400



Высокоэнергетическая мельница «Активатор-2S»



Вибромагнитомер VSM-250 фирмы LDJ, Китай



Вакуумная печь сопротивления BC-3-16

Рисунок 15 – Оборудование

Контактная информация

Савченко Александр Григорьевич, заведующий кафедрой

8(495) 955 01 33

algsav@gmail.com

savchenko@misis.ru

КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ



Астахов Михаил Васильевич,
заведующий кафедрой,
д-р хим. наук, профессор
(до 31.12.2021)



Салимон Алексей Игоревич,
канд. физ.-мат. наук
(заведующий кафедрой с
01.01.2022)

Кафедра физической химии является структурным подразделением Института Новых материалов и нанотехнологий (ИНМИН) НИТУ «МИСИС».

Кадровый потенциал подразделения

7 – профессоров, 7 – доцентов, 1 старший преподаватель, 2 ассистента, 2 – научных сотрудника, Научный и инженерный персонал кафедры – 23

человека. Среди сотрудников кафедры 7 докторов наук, 8 кандидатов наук. На кафедре обучаются 10 аспирантов.

Основные научные направления

- Химические накопители энергии и суперконденсаторы;
- Диффузия и диффузионные процессы в металлических сплавах;
- Термодинамические и кинетические свойства поверхностей раздела;
- Системы квантовых точек и квантовые нейронные сети;
- Получение и свойства наносистем и коллоидных растворов металлов и их оксидов;
- Термодинамическое моделирование в сложных металлургических системах.

Химические накопители энергии и суперконденсаторы (проф. М.В. Астахов, e-mail: astahov@misis.ru).

Кафедра проводит активные исследования в области создания накопителей электрической энергии, в частности суперконденсаторов. Непосредственно на кафедре сосредоточены исследования связанные с подбором и модификацией углеродных материалов для создания электродов, а также по оптимизации составов электролитов. Рассматриваются вопросы по использованию различного рода модификаторов поверхностей, катализаторов и окислительно-восстановительных частиц на поверхностях материалов, за счет которых может

быть обеспечено накопление энергии. Работы носят прикладной характер и проводятся в тесном сотрудничестве с промышленными предприятиями. Задачи носят комплексный характер, учитывающий рабочие температуры, технологичность, экономические и экологические ограничения на используемые приемы.

Диффузия и диффузионные процессы в металлических сплавах (проф. Б.С. Бокштейн, e-mail: bokstein@mail.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;

Рассмотрены процессы фазообразования поверхности раздела в системах Cu–Sn и Cu–Sn(Pb), где олово и оловянно-свинцовый припой находились в жидком состоянии. Показано, что образование фаз практически одинаково в обоих случаях, однако диффузионные процессы различаются значительно.

Так концентрация олова в приповерхностных слоях отличается в этих двух случаях в два раза.

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. Построены термодинамические и кинетические модели, обеспечивающие описание эволюции фазового состава, макроструктуры и микроструктуры сталей, включая оценку размера зерна, основные структуры и размеры упрочняющих фаз в выбранных сталях ферритного, бейнитного и мартенситного класса. На основе моделей эволюции построены алгоритмы предсказания механических характеристик сталей.

Энергетические характеристики и кинетические свойства поверхностей в металлах и сплавах (доцент Жевненко С.Н. e-mail: zhevnenko@misis.ru)

Основные направления связаны с определением физических характеристик поверхности:

- проводятся исследования изотерм и политерм поверхностной энергии в двухкомпонентных системах, фазовых переходов на поверхностях путем прямых измерений оригинальным методом.
- 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 инситу.

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

Концепция квантового искусственного интеллекта (QAI) объединяет методы машинного обучения и идеи квантовой обработки информации, что обеспечивает экспоненциальное квантовое ускорение процессов обучения и распознавания благодаря квантовому параллелизму обработки информации. Мы рассматриваем как результаты квантового обобщения методов машинного обучения, так и

существующие экспериментальные реализации квантовых нейронных сетей (QNN), также известные как адиабатические квантовые компьютеры, созданные на кубитах магнитного потока или оптических устройствах. Мы также рассматриваем недавний прогресс искусственного интеллекта, связанный с развитием методов глубокого обучения и их квантовых обобщений, связанных с извлечением признаков в гильбертовых пространствах.

Квантовые точки перспективны в качестве элементной базы систем машинного обучения в связи с масштабируемостью технологии производства массивов квантовых точек, миниатюрностью отдельных элементов (менее 100 нм может быть размер отдельного кубита на КТ), низким энергопотреблением и отсутствием необходимости охлаждения до сверхнизких температур. Особенно значимо это в сравнении с использованием в качестве элементной базы скиндов и т. п. Приложение внешних полей дает возможность управлять параметрами отдельных квантовых точек (такими как спектр и характерная область локализации) и взаимодействием между различными КТ системы. Устанавливая оптические и электрические связи между КТ, можно контролировать корреляции между состояниями отдельных КТ. Взаимодействие между отдельными точками в массиве, выполненном на основе полупроводниковой гетероструктуры, осуществляется путем формирования экситонов и их взаимодействия с фононами гетероструктуры. Результаты численного моделирования показывают возможность сохранения квантовых эффектов в системах КТ для достаточно высоких температур, порядка десятков градусов Кельвина. Проводились численные исследования динамики трехкубитной квантовой системы, на основе массива из квантовых точек, взаимодействующей с флуктуирующим окружением. Используя различные конфигурации связей, можно получить различные классификации пространства квантовых состояний трехкубитового регистра, т. е. реализовать классификационную функцию квантовой нейронной сети. Рассматриваются алгоритмические и неалгоритмические методы квантовой обработки информации, а также их применение к построению систем искусственного интеллекта.

Мы анализируем использование вейвлет-преобразования в моделях квантовой теории поля, записанных в координатах светового фронта, обобщаем концепцию непрерывного причинного пути, который является основой интегрирования пути, на последовательности причинно-упорядоченных пространственно-временных областей, и представляем правила оценки интегралов пути Фейнмана над такими последовательностями в терминах вейвлет-преобразования. Как интегралы пути, так и вейвлет-преобразование в нашей модели симметричны по отношению к переменным светового фронта ($x +$, $x -$).

Получение и свойства коллоидных растворов металлов и их оксидов. (доц. Г.Ф. Фролов, e-mail: georgifrolov@rambler.ru)

Разработаны методики получения нетоксичных нанодисперсных водных композиций на основе соединений титана, тантала, меди, железа и серебра с требуемыми биоцидными свойствами.

Разрабатывается технология получения стоматологических малоусадочных композитных и стеклоиономерных материалов с длительным биоцидным эффектом в отношении микрофлоры зубного налета на основе нанодисперсных систем металлов и их оксидов. Разработаны высокоэффективные нетоксичные водные композиции на основе нанодисперсных соединений меди с вирулицидно – бактерицидным эффектом для обработки кожных покровов человека и предотвращения вирусного и бактериального заражения при стоматологическом лечении.

Ведется разработка биосовместимых нанодисперсных покрытий стоматологических имплантатов с высокими адгезионно–когезионными свойствами с пролонгированным биоцидным эффектом.

Разрабатываются методики лечения заболеваний в эндодонтии с применением модифицированных нанодисперсных систем стоматологического назначения.

Разработаны эффективные нетоксичные композиции на основе наночастиц диоксида титана и оксида цинка в качестве защитных фильтров от ультрафиолетового излучения.

Продолжается разработка нанодисперсных покрытий биоцидных нанодисперсных покрытий для металлических изделий медицинского назначения.

Усовершенствованы методики модификации тканного и нетканного материалов для получения на их поверхностях устойчивого бактерицидного эффекта в отношении существующей патогенной микрофлоры.

Разрабатываются лекарственные препараты на основе нанодисперсных композиций для применения в ветеринарии.

Разрабатываются лакокрасочные нанодисперсные композиции для защиты от СВЧ–излучения.

Разработана масштабируемая лабораторная методика получения высокоэффективного (свыше 95%) низкотемпературного катализатора окисления угарного газа.

Металл/полимерные структуры и композиционные материалы медицинского назначения. (рук. Доцент, к.ф.м.н. Сенатов Ф. С., e-mail: senatov@misis.ru)

Разработана гибридная конструкция на основе титанового сплава и биоинертных и биорезорбируемых полимерных материалов, произведена компьютерная симуляция поведения имплантата на основе разработанной конструкции под нагрузкой и проведены структурные исследования и физико–механические испытания

Иерархически структурированные металлические, керамические, полимерные гибридные и композитные материалы (доц. А.И. Салимон, e-mail: a.salimon@misis.ru)

Прорывы в развитии существующих и перспективных конструкционных и функциональных материалов напрямую связаны с возможностью оптимизации их свойств через создание рациональной структуры на всех размерных уровнях – от единичных молекул через нано– и микрометрические элементы структуры материала до макрометрических (миллиметры и более) деталей готовых изделий. Такая оптимизация характерна для природных материалов и должна быть в полной мере реализована в новых металлических, углеродных, керамических, полимерных, гидрогелевых и аэрогелевых гибридных и композитных материалах, для чего кафедра ФХ в широком сотрудничестве с коллегами из НИТУ «МИСИС» и из многих российских и зарубежных научных организаций ведет широкий круг фундаментальных работ в области физико–химии (термодинамика, кинетика, диффузия, фазовые превращения) получения, характеристики и теоретического изучения таких материалов. Важнейшие прикладные народно–хозяйственные задачи в области накопителей и преобразования энергии, биоинженерных материалов и метаматериалов для передовой медицины, нового поколения конструкционных металлических, полимерных и композиционных материалов, материалов для квантовых компьютеров решаются на основе мультидисциплинарных подходов.

Наиболее крупные проекты

В 2021 году были проведены научно–исследовательские работы на общую сумму 18 млн рублей по грантам, хозяйственным работам и научным проектам:

- Грант Президента МД–1161.2020.2, Поверхностная энергия и диффузионная ползучесть твердых растворов системы Cu–Ni. (рук. Жевненко С.Н.);

- РФФИ 20–38–70109 Стабильность, Кинетика и термодинамика взаимодействия расплавов с пористыми телами: поверхностная энергия, смачивание и растекание. (рук. Жевненко С.Н.);
- РФФИ 18–02–00752 А, Поверхностные фазовые переходы и энергия поверхностей в двухкомпонентных металлических системах. (рук. Жевненко С.Н.);
- «Интеллектуальные металл/полимерные структуры биомедицинского назначения» (грант No K2–2020–020) (руководитель Ю.Эккерт, исполнитель со стороны МИСИС Ф. Сенатов);
- Хоздоговор «Разработка системы физико–математических моделей, описывающих процессы горячей пластической деформации и термической обработки, для цифровой системы управления качеством и экономическими показателями при производстве крупных ответственных изделий, в том числе для АЭС». (рук. Родин А.О.);
- РФФИ № 20–03–00387 «Исследование фазовой стабильности и диффузионных параметров многокомпонентных сплавов на основе тугоплавких металлов» (рук. Бокштейн Б.С).

Основные публикации

Сотрудниками кафедры опубликовано 30 работ в журналах входящих в списки WoS и/или Scopus, в том числе:

1. Altaisky M.V., Kaputkina N.E. (2021) Quantum Neural Networks and Quantum Intelligence. In: Bandyopadhyay A., Ray K. (eds) Rhythmic Oscillations in Proteins to Human Cognition. Studies in Rhythm Engineering. Springer, Singapore;
2. Zhevnenko S.N., Effect of surface–active metallic impurities on diffusion creep of polycrystalline copper, Materials Letters 282 (2021) 128811 10.1016/j.matlet.2020.128811 ;
3. Zhevnenko S.N., Petrov I.S., Gorshenkov M.V., Effect of B on improving wetting and imbibition of sintered porous Ta by Cu melt, Journal of Alloys and Compounds, v. 860 (2021) 157886 ;
4. Razumovskii, I.M., Razumovskiy, V.I., Logachev, I.A., Rodin, A.O., Razumovsky, M.I. Segregation of Refractory Metals at Grain Boundaries in High–Temperature Alloys Russian Metallurgy (Metally) 2020(11), с. 1292–1299.

Контактная информация

Салимон Алексей Игоревич, заведующий кафедрой

salimon.ai@misis.ru

84952368738

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:

- 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;

- высокотемпературные материалы (сверхтвердые материалы на основе алмаза и карбида бора, оксидная керамика, высокотемпературные термоэлектрики, наноструктурные микрофены, углеродные композиты, жаростойкие покрытия);
- технологии возобновляемой энергетики, безкремниевая солнечная энергетика, кавитационный рециклинг промышленных отходов (шламы, шлаки, пыли).

В 2021 году повышенное внимание уделялось развитию новых научных направлений. В частности, активно развивались исследования, связанные разработкой новых строительных материалов для развития Арктики, с синтезом и исследованиям свойств двумерных “постграфеновых” наноматериалов – максенов (MXenes), разработке сталей повышенной огнестойкости.

лов – максенов (MXenes), разработке сталей повышенной огнестойкости.

К числу крупных проектов относится выполняемый в рамках постановления П128 проект «Разработка и освоение инновационной технологии производства высокопрочного стального проката для изготовления строительных конструкций с нормируемым пределом огнестойкости с целью обеспечения эксплуатационной безопасности производственных и гражданских объектов в экстремальных условиях». В 2021 году в ходе его выполнения были проведены исследования структурно-фазового состояния и огнестойкости экспериментальных образцов строительного проката низколегированных малоуглеродистых сталей, полученных на основе различных легирующих композиций.

Основные научные направления деятельности

- рециклинг крупнотоннажных промышленных отходов с получением строительных материалов;
- новые типы низколегированных сталей для нефтяной и строительной отраслей;
- наноструктурные многослойные покрытия;
- двумерные наноматериалы;
- термоэлектрические и магнитные материалы;
- создание новых методов исследований живых систем с использованием квантовых точек (полупроводниковых наночастиц) и наночастиц благородных металлов;
- разработка новых типов огнеупорных материалов и керамики;
- новые методы исследования дисперсных систем;
- нанотоксикология и безопасность наноматериалов;
- технологии рециклинга промышленных отходов с получением товарных продуктов;
- технологии иммуноферментного и SERS анализов;
- кавитационные методы интенсификации технологических процессов;

- биосовместимые материалы и покрытия;
- новые типы катализаторов гидрирования и полимеризации;

Кадровый потенциал подразделения

Коллектив кафедры состоит из 5 профессоров, 4 доцентов, 8 ассистентов, 4 научных сотрудников, 18 инженеров и 20 аспирантов.

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

- проф., д-р техн. наук, Рыжонков Дмитрий Иванович (порошковая металлургия, ультрадисперсные металлы, физикохимия восстановительных процессов);
- проф., д-р техн. наук, Серов Геннадий Владимирович (термодинамика и кинетика процессов металлических и шлаковых расплавов, физикохимические исследования металлургических процессов);
- проф., д-р техн. наук, Блинков Игорь Викторович (функциональные наноструктурные PVD покрытия);
- проф., д-р хим. наук, Кондаков Сергей Эмильевич (технологии иммуноферментного анализа, экспресс-диагностика аутоиммунных заболеваний);
- проф., д-р техн. наук, Лёвина Вера Васильевна (синтез наноразмерных материалов химическими методами);
- канд. техн. наук, Полушин Николай Иванович (сверхтвердые материалы);
- проф., д-р техн. наук, Филонов Михаил Рудольфович (аморфные и микрокристаллические материалы, конструкционные медицинские материалы);
- проф., д-р физ.-мат. наук, Ховаило Владимир Васильевич (термоэлектрические и магнитные материалы на основе сплавов Гейслера);
- доц., к.т.н. Дзидзигури Элла Леонтьевна (рентгеновские исследования наноматериалов);
- доц., д-р техн. наук, Бурмистров Игорь Николаевич (металлоподобные полимерные композиты, полититанаты калия).

100 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Основные публикации

1. B. B. Khaidarov, D. S. Suvorov, D. V. Lysov, A. K. Abramov, G. G. Luchnikova, T. B. Khaidarov, D. V. Kuznetsov, A. V. Bychkov, I. N. Burmistrov, S. L. Mamulat. Production and Investigation of a Finely Dispersed Fraction of Blast-Furnace Granulated Slag for Use as Components of Clinker-Free Binders // *Refractories and Industrial Ceramics*. – 2021. – Т. 62. – №. 3. – С. 347–354;
2. Demirov, A. P., Blinkov, I. V., Kuznetsov, D. V., Kuskov, K. V., Kolesnikov, E. A., Sedegov, A. S. Production of Powdered α -Fe₂O₃ with Multilevel Gradient Porosity // *Russian Journal of Non-Ferrous Metals*. – 2021. – Т. 62. – №. 5. – С. 602–610;
3. Blinkov, I. V., Belov, D. S., Laptev, A. I., Anikeev, A. S., & Ivanov, V. V. Flame sprayed and plasma sprayed Al₂O₃-TiO₂ coatings // *Journal of Physics: Conference Series*. – IOP Publishing, 2021. – Т. 1954. – №. 1. – С. 012003;
4. Aleksei S. Komlev, Dmitriy Y. Karpenkov, Dmitry A. Kiselev, Tatiana S. Ilina, Alisa Chirkova, Radel R. Gimaev, Takamasa Usami, Tomoyasu Taniyama, Vladimir I. Zverev, Nikolai S. Perov. Ferromagnetic phase nucleation and its growth evolution in FeRh thin films // *Journal of Alloys and Compounds*. – 2021. – Т. 874. – С. 159924;
5. Nguyen, T. H., Konyukhov, Y. V., Van Minh, N., Karpenkov, D. Y., Levina, V. V., Karunakaran, G., Buchirina, A. G. Magnetic Properties of Fe, Co and Ni Based Nanopowders Produced by Chemical-Metallurgy Method // *Eurasian Chemical-Technological Journal*. – 2021. – Т. 23. – №. 1. – С. 3–8;

6. Khanna, R., Konyukhov, Y. V., Burmistrov, I., Cayumil, R., Belov, V. A., Rogachev, S. O., ... & Mukherjee, P. S. (2021). An innovative route for valorising iron and aluminium oxide rich industrial wastes: Recovery of multiple metals. *Journal of Environmental Management*, 295, 113035;
7. Agalya, P., Suresh Kumar, G., Srinivasan, R., Prabu, K. M., Karunakaran, G., Cholan, S., ... & Kim, M. (2021). Hydroxyapatite-based antibacterial bio-nanomaterials: an insight into the synthesis using mussel shell as a calcium source, physicochemical properties, and nanoindentation characteristics. *Applied Physics A*, 127(8), 1–12;
8. Belov, D. S., Blinkov, I. V., Anisimov, A. V., Chernogor, A. V., Lishevich, I. V., Sobolev, M. Y., & Shibakov, I. A. (2021, June). Surface hardening of steel 20H13 for friction pair with carbon plastic by ion-plasma Ti–Al–N, Ti–Al–Ni–N coatings deposition. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1954, No. 1, p. 012002). IOP Publishing.

Контактная информация

Кузнецов Денис Валерьевич, заведующий кафедрой

8–499–237–22–26

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» на 2020–2023 г. по теме «Многофункциональные магнитные наноразмерные и наноструктурированные материалы для использования в высокотехнологичных отраслях экономики».

Основными научными направлениями деятельности лаборатории являются: исследование влияния мегапластических деформаций на формирование структуры и магнитных свойств; решение ключевых задач современного материаловедения на основе синхротронных и нейтронных методов; исследование структуры и свойств сверхтвердых материалов на основе углерода; сплавы Гейслера и полугейслера, термоэлектрики; исследование магнитных свойств замещающих материалов для производства постоянных магнитов; многофункциональные магнитные

наноразмерные и наноструктурированные материалы для использования в высокотехнологичных отраслях, включая биомедицинское применение.

Сотрудники лаборатории принимают активное участие в: повышении качества и обеспечении подготовки бакалавров, магистров и аспирантов

НИТУ «МИСИС»; обучении, переподготовке и повышение квалификации специалистов научно-исследовательских 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 5 ведущих научных сотрудников: д.ф.-м.н., проф. Глезер А.М., к.ф.-м.н. Корсунский А.М., д.ф.-м.н., проф. Панина Л.В., д.ф.-м.н. Попов М.Ю., д.ф.-м.н., в.н.с Ховайло В.В. В лаборатории работают 4 старших научных сотрудника,

2 научных сотрудника, 6 младших научных сотрудников и 1 инженер-исследователь. Количество докторов наук – 4, кандидатов наук – 9. Доля молодых научных сотрудников составляет 68 %.

Результаты научной деятельности

- В 2021 году проведены комплексные исследования влияния легирования на магнитные свойства гексаферритов стронция. Показана возможность управления магнитными свойствами гексаферрита стронция путем легирования. Получены и выбраны легированные фазы $\text{SrFe}_{12-x}\text{In}_x\text{O}_{19}$ для использования в биомедицинских целях, проведены измерения параметров, отвечающих за перспективность использования полученных материалов для гипертермии, полученные значения находятся на высоком уровне;
- Предложен новый метод получения нанокompозитов мультиферроиков на основе гексаферрита бария и титаната бария методом отжига их смеси их прекурсоров с одновременной кристаллизацией этих 2-х фаз. В перспективе данные коллоидно-стабильные золи нанокompозитов мультиферроиков после дальнейшей функционализации могут найти применение в адресной доставке лекарств в биомедицине;
- Проведены комплексные исследования никелевых нанотрубок (НТ), покрытых золотом. Значительная каталитическая активность НТ Ni@Au была продемонстрирована на модельной реакции восстановления 4-нитрофенола. Эффективность зависела от состояния поверхности Au таких структур. Наибольшее значение скорости реакции $1,7 \cdot 10^{-3} \text{ c}^{-1}$ было получено в присутствии НТ Ni@Au (0.01 M) с Au-слоем, имеющим морфологию наноигл. Наличие магнитной подложки позволяло удалять катализаторы с помощью магнита для повторного использования;
- Было показано что двойные половинные сплавы Гейслера могут быть получены с использованием спиннингования. Более того, за счет более

мелкозернистой микроструктуры такие сплавы обладают более высокой взвешенной подвижностью по сравнению с крупнозернистыми

аналогами. Как следствие, фактор мощности и средняя термоэлектрическая эффективность выше для мелкозернистых образцов.

Основные публикации

1. K.A. Osintsev, S.V. Konovalov, A.M. Glezer, V.E. Gromov, Yu.F. Ivanov, I.A. Panchenko, R.V. Sundeev. Research on the structure of Al_{2.1}Co_{0.3}Cr_{0.5}FeNi_{2.1} high-entropy alloy at submicro- and nano-scale levels // *Materials Letters* 294 (2021) 129717. 10.1016/j.matlet.2021.129717;
2. S.V.Erohin, V.D.Churkin, N.G.Vnukova, M.A.Visotin, E.A.Kovaleva, V.V.Zhukova, L.Yu.Antipina, Ye.V.Tomashevich, Yu.L.Mikhlin, M.Yu.Popov, G.N.Churilov, P.B.Sorokin, A.S.Fedorov. Insights into fullerene polymerization under the high pressure: The role of endohedral Sc dimer // *Carbon*. Volume 189, 15 April 2022, Pages 37–45. 10.1016/j.carbon.2021.12.040;
3. Alena Shumskaya, Larissa Panina, Alexander Rogachev, Zhanna Ihnatovich, Artem Kozlovskiy, Maxim Zdorovets, Egor Kaniukov, Ilya Korolkov. Catalytic Activity of Ni Nanotubes Covered with Nanostructured Gold // *Processes* 2021, 9(12), 2279; <https://doi.org/10.3390/pr9122279>;
4. Andrei Novitskii, Illia Serhiienko, Andrei Nepapushev, Alexandra Ivanova, Tatyana Sviridova, Dmitry Moskovskikh, Andrei Voronin, Hiroyuki Miki, Vladimir Khovaylo. Mechanochemical synthesis and thermoelectric properties of TiFe₂Sn Heusler alloy // *Intermetallics* 133 (2021) 107195. 10.1016/j.intermet.2021.107195;
5. V. Popov, A.P. Menushenkov, A.A. Yastrebtsev, A.Yu. Molokova, A.A. Pisarev, E.V. Khramov, Y.V. Zubavichus, I.V. Shchetinin, K.V. Ponkratov, N.A. Tsarenko, N.V. Ognevskaya. The synthesis and studies of crystal/local structures and morphology of hydrated molybdenum oxides // *Journal of Solid State Chemistry*. Volume 301, September 2021, 122356. 10.1016/j.jssc.2021.122356.

По результатам НИР в 2021 году опубликовано 12 статей в журналах Q1/Q2.

Награды и достижения

В 2021 зав. лабораторией И.В. Щетинин награжден почетной грамотой Министерства науки и высшего

образования РФ за значительные заслуги с сфере образования и многолетний добросовестный труд.

Контактная информация

Щетинин Игорь Викторович, заведующий лабораторией

8 (495) 955 01 29

ingvar@misis.ru

ЛАБОРАТОРИЯ ФИЗИКИ ОКСИДНЫХ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКОВ



Киселев Дмитрий Александрович,
заведующий лабораторией,
PhD, 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

- 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

15 научных сотрудников, из их 4 кандидата наук; 1 ведущий инженер научного проекта (к.ф.–м.н); 2 инженера научного проекта; 1 ведущий эксперт научного проекта (д.ф.–м.н); 1 эксперт научного проекта (к.т.н).

35 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Основные научно-технические достижения

- Экспериментально установлено, что композитные магнитоэлектрические (МЭ) структуры на основе поливинилиденфторида (PVDF) и его сополимера с трифторэтиленом (PVDF–TrFE) с наночастицами феррита кобальта $CoFe_2O_4$ (CFO) (PVDF–TrFE/CFO), прошедшие отжиг в магнитном поле во время полимеризации структур, имеют наибольший МЭ коэффициент 15 мВ/(см·Э) при постоянном магнитном поле 4 кЭ в сравнение с неотожженными образцами и аналогичными структурами на основе PVDF/CFO. МЭ образцы на основе бидоменных кристаллов LN и Ni обладают не нулевым МЭ коэффициентом при нулевом внешнем постоянном магнитном поле. Отработаны технологические приемы отжига слоев Ni в магнитном поле, установлены оптимальные режимы термообработок;
- Теоретически и экспериментально показано, что в МЭ композитах на основе сегнетоэлектриков $LiNbO_3$ и $LiTaO_3$ наиболее высокие показатели МЭ коэффициента достигаются на низких

частотах при использовании изгибных резонансов и формировании в кристаллах бидоменной структуры. Эффективный шум магнитоэлектрического композита при использовании его в сенсоре магнитного поля определяется в основном шумами пьезоэлектрической и акустической природы, которые, однако, могут быть преодолены правильным подбором геометрии сенсора. Единственный вид шума, который не может быть устранен никакими методами, является тепловой шум. Наибольшая плотность теплового шума достигается на резонансной частоте и почти не зависит от толщины пьезоэлектрической (ПЭ) фазы. Вдали от резонанса тепловой шум тем ниже, чем тоньше ПЭ слой;

- Исследовано влияние кластеров Ag_{2500}^+ на топографию и химический состав кристаллических образцов $LiNbO_3$, установлены оптимальные режимы источника. В результате проведения послойного анализа ряда образцов было выявлено, что глубина поверхностного слоя с дефицитом лития на пластинах $LiNbO_3$, вызванного обработкой, составляет около 0,3 нм. Рассматривая полученные результаты травления поверхности кластерами Ag_{2500}^+ при нормальном падении (сглаживание, отсутствие деструкции) с точки зрения получения поверхностей, приближенных к идеальным теоретическим моделям, можно говорить о перспективном методе для развития химии поверхности, зависимой от полярности;
- Исследовано влияние модифицирования акцепторной добавкой оксида марганца на кристаллическую структуру, диэлектрические и локальные пьезоэлектрические свойства керамик $(Na_{0.5}Bi_{0.5})(Ti_{1-x}Mn_x)O_3$ с $x = 0 - 0,1$. Показано, что повышение концентрации катионов марганца сопровождается повышением

значений диэлектрической проницаемости, диэлектрических потерь и величины электропроводности как при комнатной температуре. Наибольшее значение эффективного $d_{33} = 11$ пм/В выявлено у состава $(Na_{0.5}Bi_{0.5})(Ti_{1-x}Mn_x)O_3$ с $x = 0,02$. Петли пьезоэлектрического гистерезиса являются симметричными (кроме $x = 0,06$ и $x = 0,1$), что говорит об отсутствии внутренних полей смещения;

- Проведены исследования тонких пленок ниобата бария–стронция $Sr_xBa_{1-x}Nb_2O_6$ с $x=0,5$ (SBN–50), выращенных на подложке SRO/MgO(001) методом высокочастотного катодного распыления. Диэлектрические измерения показали, что пленки SBN–5 относятся к сегнетоэлектрикам–релаксорам, Анализ временной эволюции профиля сигнала поверхностного потенциала в режиме Кельвин моды, созданного поляризацией областей пленки SBN–50, выявил сильную асимметрию в его величине и разницу в релаксации для областей с различным направлением поляризации, что связано с низкими значениями коэрцитивного поля пленки и одновременно наличие внутреннего поля;
- Исследование влияния нестехиометрии кислорода и упорядочения катионов Fe/Mo на кристаллическую и магнитную структуру двойных перовскитов $Sr_2FeMo_{6-\delta}$ позволило определить, что скорость десорбции кислорода в несколько раз превышает скорость сверхструктурного упорядочения ионов железа и молибдена. В соединениях с низкими значениями степени сверхструктурного упорядочения катионов железа и молибдена (P) и содержания кислорода (δ) катионы железа и молибдена имеют смешанную валентность состояния с большей долей Fe^{2+} ($3d^6$) и Mo^{6+} ($4d^0$).

Подготовка специалистов высшей квалификации

Турутин Андрей Владимирович – «Магнитоэлектрический эффект в композитных мультиферроиках на основе бидоменных кристаллов ниобата лития». Дата защиты: 22.09.2021 г. Решением диссертацион-

ного совета НИТУ «МИСИС» от 11.10.2021 г. присуждена ученая степень кандидата физико–математических наук.

Основные публикации

1. V. Pavlenko, D.A. Kiselev, Y.Y. Matyash, Dielectric and Ferroelectric Properties of Thin Heteroepitaxial Films of SBN–50, *Phys. Solid State.* (2021). <https://doi.org/10.1134/S1063783421060160>;
2. V. Kubasov, A.M. Kislyuk, T.S. Ilina, A.S. Shportenko, D.A. Kiselev, A. V. Turutin, A.A. Temirov, M.D. Malinkovich, Y.N. Parkhomenko, Conductivity and memristive behavior of completely charged domain walls in reduced bidomain lithium niobate, *J. Mater. Chem. C.* 9 (2021) 15591–15607. <https://doi.org/10.1039/D1TC04170C>;
3. M. Bichurin, R. Petrov, O. Sokolov, V. Leontiev, V. Kuts, D. Kiselev, Y. Wang, Magnetolectric Magnetic Field Sensors: A Review, *Sensors.* 21 (2021) 6232. <https://doi.org/10.3390/s21186232>;
4. E.A. Skryleva, B.R. Senatulin, D.A. Kiselev, T.S. Ilina, D.A. Podgorny, Y.N. Parkhomenko, Ar gas cluster ion beam assisted XPS study of $LiNbO_3$ Z cut surface,

- Surfaces and Interfaces. 26 (2021) 101428. <https://doi.org/10.1016/j.surfin.2021.101428>;
5. E.D. Politova, G.M. Kaleva, D.A. Bel'kova, A. V. Mosunov, N. V. Sadovskaya, D.A. Kiselev, T.S. Il'ina, V. V. Shvartsman, Dielectric and Piezoelectric Properties of $(\text{Na}_0.5\text{Bi}_0.5)(\text{Ti}_{1-x}\text{Mn}_x)\text{O}_3$ ($x = 0-0.1$) Modified Ceramics, *Inorg. Mater.* 57 (2021) 942–949. <https://doi.org/10.1134/S0020168521090120>;
 6. V.V. Privezentsev, A.A. Firsov, O.S. Zilova, D.A. Kiselev, Study of a Near-Surface Quartz Layer Sequentially Implanted with Zinc and Fluorine, *J. Surf. Investig. X-Ray, Synchrotron Neutron Tech.* 15 (2021) 833–840. <https://doi.org/10.1134/S1027451021040376>;
 7. E.D. Politova, G.M. Kaleva, A. V. Mosunov, N. V. Sadovskaya, T.S. Il'ina, D.A. Kiselev, V. V. Shvartsman, Synthesis and Properties of Modified Potassium–Sodium Niobate Ceramics, *Russ. J. Inorg. Chem.* 66 (2021) 1257–1263. <https://doi.org/10.1134/S0036023621080234>;
 8. Omelyanchik, V. Antipova, C. Gritsenko, V. Kolesnikova, D. Murzin, Y. Han, A. V. Turutin, I. V. Kubasov, A.M. Kislyuk, T.S. Ilina, D.A. Kiselev, M.I. Voronova, M.D. Malinkovich, Y.N. Parkhomenko, M. Silibin, E.N. Kozlova, D. Peddis, K. Levada, L. Makarova, A. Amirov, V. Rodionova, Boosting Magnetoelectric Effect in Polymer–Based Nanocomposites, *Nanomaterials.* 11 (2021) 1154. <https://doi.org/10.3390/nano11051154>;
 9. E.D. Politova, G.M. Kaleva, A. V. Mosunov, S.Y. Stefanovich, N. V. Sadovskaya, T.S. Ilina, A.M. Kislyuk, D.A. Kiselev, Influence of A-site doping on properties of lead-free KNN-based perovskite ceramics, *Ferroelectrics.* 575 (2021) 158–166. <https://doi.org/10.1080/00150193.2021.1888239>;
 10. M.A. Borik, A. V. Kulebyakin, E.E. Lomonova, F.O. Milovich, V.A. Myzina, P.A. Ryabochkina, N.Y. Tabachkova, N. V. Sidorova, A.S. Chislov, Partially Yttria–Stabilized Zirconia Crystals Co–Doped with Neodymium, Cerium, Terbium, Erbium or Ytterbium Oxides, *Crystals.* 11 (2021) 1587. <https://doi.org/10.3390/cryst11121587>;
 11. M.A. Borik, D.M. Zaharov, A. V. Kulebyakin, I.E. Kuritsyna, E.E. Lomonova, N.A. Larina, F.O. Milovich, V.A. Myzina, P.A. Ryabochkina, N.Y. Tabachkova, N. V. Andreev, A.S. Chislov, Single crystal solid state electrolytes based on yttria, ytterbia and gadolinia doped zirconia, *Mater. Chem. Phys.* 277 (2022) 125499. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2021.125499>;
 12. D. Tishkevich, A. Vorobjova, D. Shimanovich, E. Kaniukov, A. Kozlovskiy, M. Zdorovets, D. Vinnik, A. Turutin, I. Kubasov, A. Kislyuk, M. Dong, M.I. Sayyed, T. Zubar, A. Trukhanov, Magnetic Properties of the Densely Packed Ultra–Long Ni Nanowires Encapsulated in Alumina Membrane, *Nanomaterials.* 11 (2021) 1775. <https://doi.org/10.3390/nano11071775>;
 13. N. Kalanda, D. Karpinsky, I. Bobrikov, M. Yarmolich, V. Kuts, L. Huang, C. Hwang, D.–H. Kim, Interrelation among superstructural ordering, oxygen nonstoichiometry and lattice strain of double perovskite $\text{Sr}_2\text{FeMoO}_{6-\delta}$ materials, *J. Mater. Sci.* 56 (2021) 11698–11710. <https://doi.org/10.1007/s10853-021-06072-0>;
 14. I.V. Kubasov, A.M. Kislyuk, A.V. Turutin, M.D. Malinkovich, Yu. N. Parkhomenko, Bidomain Ferroelectric Crystals: Properties and Prospects of Application, *Russian Microelectronics.* 50(8) (2021) 571–616. <https://doi.org/10.1134/S1063739721080035>.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

- количество статей в Web of Science и Scopus – 14;
- количество выступлений на международных конференциях – 8.

Контактная информация

Киселев Дмитрий Александрович, заведующий лабораторией

8 495 955–01–51

dm.kiselev@misis.ru

<https://misis.ru/university/struktura-universiteta/lab/100/>

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. для реализации государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ по проекту 0718-2020-0036: «Высоконаполненные теплопроводящие композиты на основе термопластов». Лаборатория выполняет исследования в кооперации с ЦКП «Электрофизика» Института электрофизики Уральского отделения Российской Академии Наук, используя современные методы получения и анализа мелкодисперсных и наноразмерных неорганических наполнителей, обеспечивающих теплопроводящие свойства полимерных композитов.

Основные научные направления деятельности лаборатории: Общим направлением деятельности лаборатории является установление фундаментальных закономерностей структурообразования, обеспе-

чивающих 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, содержащих металлические, керамические и углеродные наполнители;
- Возможности повышения теплопроводности материала путем комбинирования различных по природе теплопроводящих наполнителей;
- Взаимосвязей полученной структуры высоконаполненных композитов с их теплофизическими и механическими характеристиками;
- Взаимосвязей между параметрами теплопроводящих наполнителей и теплофизическими и механическими характеристиками высоконаполненных композитов;
- Синергетических эффектов в материале при совместном использовании различных по природе теплопроводящих наполнителей;
- Перколяционного порога содержания наполнителя в сложноподобном полимерном материале с различной морфологией наполнителя, включая методы математического моделирования;
- Принципов формирования композитов, обеспечивающих оптимальное сочетание теплофизических и прочностных характеристик сетевых наноструктур наполнителя в полимерной матрице.

Кадровый потенциал подразделения

Докторов наук: 3 чел., кандидатов наук: 12 чел., аспирантов: 2 чел., инженерно-технических работников: 7 чел., магистрантов задействованных в НИР: 6 чел.

Наиболее крупные проекты

Государственное задание Министерства науки и высшего образования РФ по проекту 0718-2020-

0036: «Высоконаполненные теплопроводящие композиты на основе термопластов» – 19,9 млн.руб.

19,9 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Основные научно-технические достижения

1. Получены металлические порошковые наполнители, проведено исследование влияния условий синтеза ансамблей дисперсных частиц алюминия, меди и нитрида алюминия методом

электрического взрыва проволоки на их характеристики: дисперсность и фазовый состав, выполнена оптимизация условий синтеза. Разработанные материалы также могут быть использованы для получения высококачественных специальных порошковых покрытий, в фотовольтаике, в качестве катализаторов и для получения теплопроводящих паст;

2. Показано, что активация смеси карбонизированного оксида графена и декстрина привела к получению углеродного материала с уникальной высокодисперсной структурой. Исследуемые материалы будут использованы для получения высоконаполненных теплопроводящих композитов на основе термопластов, кроме того, материал на основе активированного углерода является перспективным материалом для электродов суперконденсаторов;
 3. Предложен и теоретически обоснован новый способ определения коэффициента теплопроводности полимерных композиционных диэлектрических материалов с помощью миниатюрных нагревателей и термометров сопротивления. Разработана и опробована методика внедрения ферромагнитных микропроводов в композиционный материал. Развиваемые подходы, в том числе методика внедрения ферромагнитных микропроводов в композиционный материал, могут быть использованы для создания магнитных сенсоров деформации для осуществления контроля состояния конструкций и сооружений непосредственно в процессе эксплуатации;
 4. Разработаны высоконаполненные композиционные материалы на основе бутадиен-нитрильного каучука содержащего до 75 масс.% углеродных наполнителей, отработаны режимы вулканизации и их дальнейшего термического старения и низкотемпературной карбонизации
- обеспечивающие получение керамоподобных материалов. Предложенный подход позволяет получать образцы с прочностью на растяжение 45 – 55 МПа. Достигнутый уровень электропроводности в сочетании с высокой химической стойкостью позволяет использовать разработанные материалы для изготовления пластин мембранно-электродных блоков различных электрохимических источников тока;
5. Разработана растворная технология, позволяющая получать высоконаполненные композиционные материалы на основе полисульфона с концентрациями углеродных наполнителей до 70 масс.%. Исследовано влияние морфологии частиц графитовых наполнителей на тепловые и механические свойства получаемых композиционных материалов. Наибольшее значение теплопроводности 4,26 Вт/(м·К) достигается при использовании в качестве наполнителя 70 масс.% природного графита. Разработанные материалы могут быть использованы для изготовления радиаторов для светодиодных приборов средней мощности, отражателей, теплообменников;
 6. Разработана методика получения высоконаполненных металл-полимерных композитов на основе эпоксидного связующего. Алюминиевые порошки различной степенью дисперсности (1–300 мкм), имеющие сферическую форму частиц, были выбраны в качестве основного наполнителя для получения теплопроводящих композиций. Применение порошков Al позволяет получить композиции с высокими прочностными показателями и теплопроводностью выше 20 Вт/(м·К). Разработанные материалы могут, с учетом достигнутых высоких значений теплопроводности, быть использованы для изготовления радиаторов мощных светодиодных световых приборов для охлаждения кристалла светодиода.

Основные публикации

1. L.K. Olifirov, A.A. Stepashkin, G. Sherif, V.V. Tcherdyntsev “Tribological, mechanical and thermal properties of fluorinated ethylene propylene filled with Al–Cu–Cr quasicrystals, polytetrafluoroethylene, synthetic graphite and carbon black” // *Polymers*, 2021, V. 13, P. 781;
2. S.A. Gudoshnikov, V.I. Odintsov, B.Y. Liubimov, S.A. Menshov, M.N. Churukanova, S.D. Kaloshkin, G.N. Elmanov, Method for evaluating the temperature of amorphous ferromagnetic microwires under Joule heating, *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, 2021, 182, 109783, DOI: 10.1016/j.measurement.2021.109783/;
3. Baskakov S.A., Baskakova Y.V., Kabachkov E.N., Dremova N.N., Gutsev G.L., Shulga Y.M. Features and Consequences of Isopropanol Burning off PTFE-rGO Aerogels // *Langmuir* – 2021. – V. 37. – P. 10233–10240;
4. Baskakov S.A., Baskakova Y.V., Kabachkov E.N., Vasilets V.N., Michtchenko A., Shulga Y.M. Influence of treatment with hydrazine and subsequent annealing on the composition and thermophysical properties of polytetrafluoroethylene–graphene oxide composite aerogel // *Applied Physics A* – 2021 – V. 127. – P. 464;
5. Shulga Y.M., Kabachkov E.N., Korepanov V.I., Khodos I.I., Kovalev D.Y., Melezhik A.V., Tkachev A.G., Gutsev G.L. The Concentration of C(sp³) Atoms and Properties of an Activated Carbon with over 3000

- m²/g BET Surface Area // *Nanomaterials* – 2021 – V. 11. – P. 1324;
6. Volfkovich Y.M., Sosenkin V.E., Rychagov A.Y., Melezhik A.V., Tkachev A.G., Kabachkov E.N., Korepanov V.I., Khodos I.I., Michtchenko A., Shulga Y.M. Carbon material with high specific surface area and high pseudocapacitance: Possible application in supercapacitors // *Microporous Mesoporous Mater.* – 2021. – V. 319. – P. 111063;
 7. Hussam Mohammad, Andrey A. Stepashkin, Victor V. Tcherdyntsev. Effect of Graphite Filler Type on the Thermal Conductivity and Mechanical Behavior of Polysulfone-Based Composites // *Polymers* – 2022 – V. 14 – P. 399;
 8. P.V. Bykov, V.Y. Bayankin, V.V. Tcherdyntsev, V.L. Vorob'ev, E.A. Pechina, T.A. Sviridova; A.A. Shushkov, A.I. Chukavin, S.S. Alexandrova. "Effect of Aluminum Ion Irradiation on Chemical and Phase Composition of Surface Layers of Rolled AISI 321 Stainless Steel";
 9. A.D. Shlyaptseva, I.A. Petrov, A.P. Ryakhovsky, E.V. Medvedeva, V.V. Tcherdyntsev, "Complex Structure Modification and Improvement of Properties of Aluminium Casting Alloys with Various Silicon Content" // *Metals*, 2021, V. 11, P. 1946.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

- в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 9;
- выставок, на которых были представлены экспонаты или стенды научных разработок с участием сотрудников подразделения – 4;
- конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения – 4;

Контактная информация

Чердынцев Виктор Викторович, заведующий лабораторией

84956384595

vvch@misis.ru

НАУЧНО–ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР БИМЕДИЦИНСКОЙ ИНЖЕНЕРИИ



**Сенатов Фёдор
Святославович, директор
центра, канд. физ.–мат. наук**

Глобальный вызов, стоящий перед НОЦ БиоИнж – ликвидировать разрыв в потребности и обеспеченности в материалах медицинского назначения на основе опережающего развития биоинженерии и биоматериаловедения для повышения качества жизни человека.

Стратегическая цель – создание научно–технологических основ развития биомедицинской инженерии и биоматериаловедения, предполагающих внедрение биоинженерных технологий, расширение спектра биомедицинских продуктов и разработку новых материалов для изделий медицинского назначения с повышенными характеристиками за счет применения новых эффектов и технологических приемов формирования на различных размерных уровнях архитектуры, заданной структурными особенностями биологических объектов.

Научно–исследовательские задачи

- Проведение проблемно–ориентированных исследований и разработка технологий в областях тканевой инженерии, биоматериаловедения, клеточных и протеомных технологий, геномной инженерии, биопринтинга тканей и органов;
- Разработка теоретических и инженерных решений для создания;
- биоматериалов широкого круга устройств для медицины;
- Проведение фундаментальных исследований в области биоматериаловедения, биоинженерии и геномной инженерии, клеточных технологий.

Образовательные задачи

- Реализация образовательных программ в области биотехнологий и материалов медицинского назначения;
- Создание образовательных курсов по современным методам исследования и разработки медицинских изделий в области биотехнологий и материалов медицинского назначения;
- Расширения возможностей НИТУ «МИСИС» в наиболее актуальных областях знаний путем научно–исследовательских работ студентов, аспирантов и молодых ученых на современном научном уровне.

Основные научные направления

- 3D–биопринтинг; Тканевая инженерия;
- Полимерные и гибридные имплантаты;
- Биомиметика;
- Интеллектуальные биоматериалы и устройства; полимеры с памятью формы;
- Использование возобновляемого сырья и биотходов; синтез биокерамики.

Кадровый потенциал подразделения

4 доктора медицинских и биологических наук, 1 кандидат физико–математических наук, 8 инженеров – молодых ученых младше 35 лет

6 млн руб.

Общий объем финансирования научно–исследовательских работ в 2021 г.

Наиболее крупные проекты

Грант РФФИ 21-73-20205 «Исследование operando эволюции структурных элементов в композитных и гибридных полимер-матричных материалах в

процессе развития эффекта памяти формы» – 6 млн / год

Основные направления исследований

- Биорезорбируемые скаффолды для реконструкции костно-хрящевых дефектов;
- 3D-печать индивидуализированных имплантатов;
- Инъектируемые гидрогели для заполнения полостей тканей;
- Полимерные материалы с памятью формы для самоустанавливающихся имплантатов;
- Нейроимплантаты для восстановления дефектов нервов в центральной и периферической нервной системе;
- Ауксетические метаматериалы для спинальной хирургии.

В НОЦ БиоИнж выполняют НИР бакалавры, магистранты и аспиранты, в том числе, в рамках образовательной программы iPhD «Биоматериаловедение»

Основные публикации

1. Fedor Senatov, Gulbanu Amanbek, Polina Orlova, et al. Biomimetic UHMWPE/HA scaffolds with rhBMP-2 and erythropoietin for reconstructive surgery / *Materials Science and Engineering: C*, 111 (2020) 110750;
2. Bulygina I, Senatov F, Choudhary R, et al, Biomimetic scaffold fabricated with a mammalian trabecular bone template, *Polymer Degradation and Stability* 172 (2020) 109076;
3. Alexander Chubrik, Fedor Senatov, Evgeniy Kolesnikov, et al, Highly porous PEEK and PEEK/HA scaffolds with Escherichia coli-derived recombinant BMP-2 and erythropoietin for enhanced osteogenesis and angiogenesis / *Polymer Testing*, 2020, 106518;
4. F.S. Senatov, M.Yu. Zadorozhnyy, K.V. Niaza, V.V. Medvedev, S.D. Kaloshkin, N.Yu Anisimova, M.V. Kiselevskiy, Kai-Chiang Yang. Shape memory effect in 3D-printed scaffolds for self-fitting implants / *European Polymer Journal* 93C (2017) pp. 222–231;
5. F.S. Senatov, K.V. Niaza, A.A. Stepashkin, S.D. Kaloshkin. Low-cycle fatigue behavior of 3d-printed PLA-based porous scaffolds / *Composites Part B* 97 (2016) 193–200;
6. Senatova S.I., Senatov F.S., Kuznetsov D.V., Stepashkin A.A., Issi J.P. Effect of UV-radiation on structure and properties of PP nanocomposites / *Journal of Alloys and Compounds* DOI: 10.1016/j.jallcom.2016.11.170;
7. F.S. Senatov, K.V. Niaza, M.Yu. Zadorozhnyy, A.V. Maksimkin, S.D. Kaloshkin, Y.Z. Estrin. Mechanical properties and shape memory effect of 3D-printed PLA-based porous scaffolds / *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, V. 57, 2016, P.139–148;
8. F.S. Senatov, A.N. Kopylov, N.Yu. Anisimova, M.V. Kiselevskiy, A.V. Maksimkin. UHMWPE-based nanocomposite as a material for damaged cartilage replacement / *Materials Science and Engineering C* 48 (2015) 566–571;
9. Anna Zimina, Fedor Senatov, Rajan Choudhary, Evgeniy Kolesnikov, Natalia Anisimova, Mikhail Kiselevskiy, Polina Orlova, Natalia Strukova, Mariya Generalova, Vasily Mansikh, Alexander Gromov, Anna Karyagina. Biocompatibility and physico-chemical properties of highly porous PLA/HA scaffolds for bone reconstruction. *Polymers*.–12.–2938;
10. F.S. Senatov, K.V. Niaza, A.I. Salimon, A.V. Maksimkin, S.D. Kaloshkin. Architected UHMWPE simulating trabecular bone tissue / *Materials Today Communications* 14 (2018) 124–127;
11. Senatov, F., Maksimkin, A., Chubrik, A., ...Gromov, A., Karyagina, A. Osseointegration evaluation of UHMWPE and PEEK-based scaffolds with BMP-2 using model of critical-size cranial defect in mice and push-out test / *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 2021, 119, 104477;
12. V.A. Lvov, F.S. Senatov, A.M. Korsunsky, A.I. Salimon, Design and mechanical properties of 3D-printed auxetic honeycomb structure, *Materials Today Communications*, Volume 24, 2020, 101173;
13. Zhukova, P.A.; Senatov, F.S.; Zadorozhnyy, M.Yu.; Chmelyuk, N.S.; Zaharova, V.A. Polymer Composite Materials Based on Polylactide with a Shape

Memory Effect for “Self-Fitting” Bone Implants. *Polymers* 2021, 13, 2367. <https://doi.org/10.3390/polym13142367>

14. Rajan Choudhary, S. K. Venkatraman, I. Bulygina, F. Senatov, S. Kaloshkin, N. Anisimova, M. Kiselevskiy, M. Knyazeva, D. Kukui, F. Walther, S. Sasikumar. Biomineralization, Dissolution and Cellular Studies of Silicate Bioceramics Prepared From Eggshell and Rice Husk. *Materials Science and Engineering*

C: Materials for Biological Applications, (2021), 118, 111456;

15. Fedor Senatov, Anna Zimina, Alexander Chubrik, et al, Effect of recombinant BMP–2 and erythropoietin on osteogenic properties of biomimetic PLA/PCL/HA and PHB/HA scaffolds in critical–size cranial defects model, *Materials Science and Engineering: C*, 2022, 112680, <https://doi.org/10.1016/j.msec.2022.112680>.

Оборудование

- Биопринтер REG4LIFE, Regemat3D;
- 3D–принтер Prusa i3 Steel Bizon (FDM печать);
- 3D–принтер Phrozen Transform Standard (Фотополимерная печать);
- Система визуализации клеток EVOS M5000, ThermoFisher;
- Многофункциональный планшетный анализатор Varioskan LUX, ThermoFisher;

- Проточный цитофлуориметр CytoFlex B5–R3–V5, Beckman Coulter;
- CO2–инкубатор лабораторный Shelab;
- Шкаф ламинарно–поточковый серии Biowizerd (SL–130), Kojair Tech Oy;
- Ножевая мельница A11 Basic.

Сотрудники НОЦ БиоИнж – авторы более 20 патентов на изобретения РФ, имеют российские и международные награды



Контактная информация

Сенатов Фёдор Святославович, директор центра

Senatov@misis.ru

Т–212, Т–213, Т–214 «Точка рождения инноваций»

НАУЧНО–ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР АКУСТООПТИКИ



Молчанов Владимир Яковлевич, директор центра, канд. физ.–мат. наук, с.н.с.

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. Центр обладает уникальной технологической инфраструктурой, позволяющей создавать акустооптические приборы любой сложности.

Основные научные направления деятельности: акустооптика, гиперспектральный анализ изображений, фемтосекундная оптика, научное приборостроение:

1. лазерные методы генерации ТГц–излучения;
2. адаптивные системы управления фемтосекундным лазерным излучением;
3. оптические ловушки;
4. когерентное сложение фемтосекундного лазерного излучения;
5. новые материалы акустооптики и акустоэлектроники и приборы на их основе;
6. моделирование и разработка анизотропных микроструктур для технологий связи 5G.

Кадровый потенциал подразделения

В коллективе НТУЦ Акустооптики работает 1 доктор наук, 5 кандидатов наук.

24,5 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Научно–технические результаты

1. впервые установлены соотношения неопределённости для частотно–модулированных широкополосных лазерных импульсов;
2. создана динамическая оптическая ловушка с кольцевым потенциалом (рисунок 16);
3. разработана оптическая схема безабберационных стретчеров фемтосекундных лазерных импульсов;
4. разработаны двухкоординатные акустооптические модуляторы и дефлекторы на кристалле калий–иттриевого вольфрамата;
5. разработан и экспериментально апробирован метод вывода акустической энергии из кристаллов акустооптических затворов.

Основные публикации

1. К.Б. Юшков, В.Я. Молчанов, Е.А. Хазанов. Соотношение неопределённости для модулированных широкополосных лазерных импульсов // Успехи физических наук, т. 191, № 8, стр. 874, 2021;
2. D.V. Obydenov, K.B. Yushkov, V.Ya. Molchanov. Ring-shaped optical trap based on acousto-optic tunable spatial filter // Optics Letters, vol. 46, № 18, p. 4494, 2021;
3. V.Ya. Molchanov, K.B. Yushkov, P.V. Kostyukov, P.B. Gornostaev, N.S. Vorobiev. Measurement of amplified binary–modulated chirped laser pulses generated by different acousto–optic pulse shaping algorithms // Optics & Laser Technology, v. 142, p. 107220, 2021;
4. N.F. Naumenko, K.B. Yushkov, V.Ya. Molchanov. Extreme acoustic anisotropy in crystals visualized by diffraction tensor // The European Physical Journal – Plus, vol. 136, № 1, p. 95, 2021;
5. N.F. Naumenko. Temperature Behavior of SAW Resonators Based on LiNbO₃/Quartz and LiTaO₃/

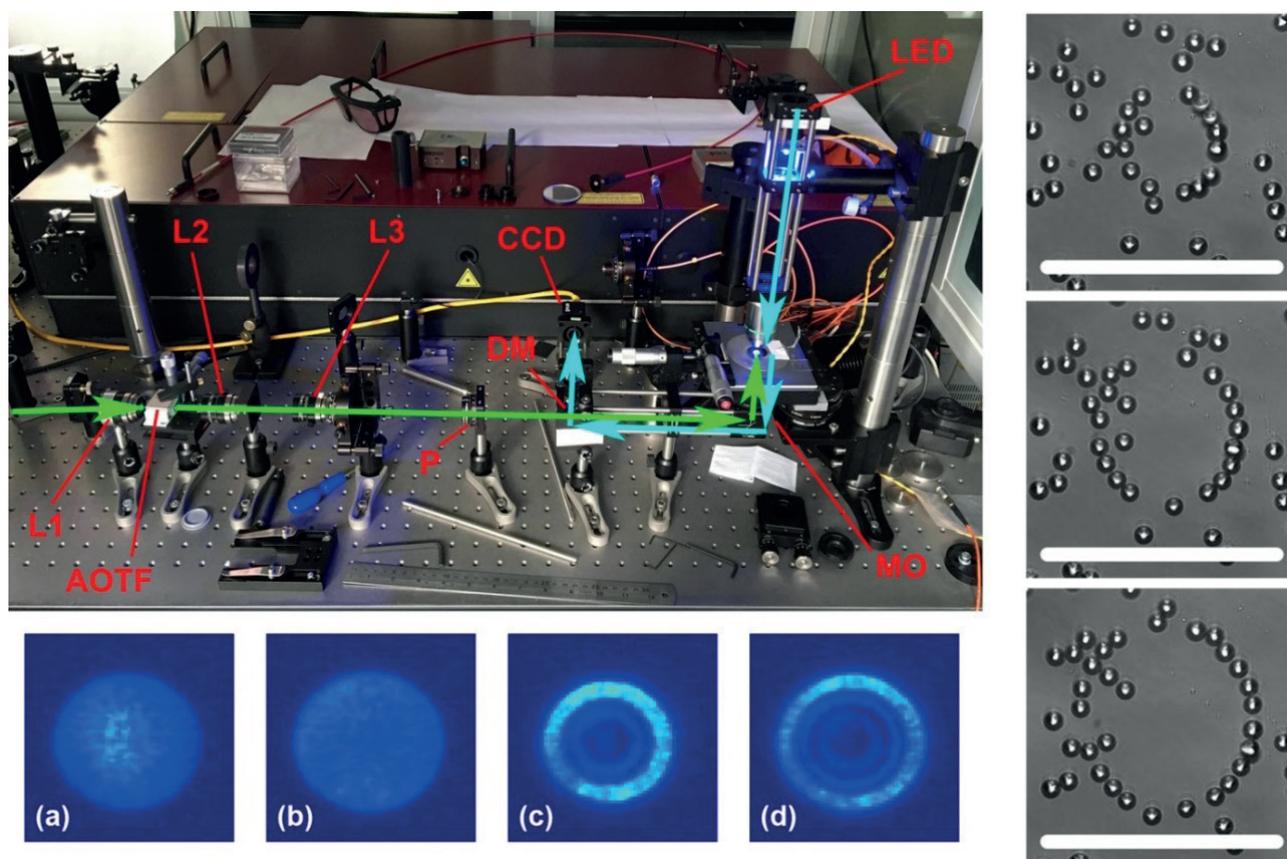


Рисунок 16 – Оптическая ловушка с кольцевым полем на основе акустооптического фильтра (D.V. Obydenov et al. // Opt. Lett. 46: 4494, 2021).

Quartz Substrates // IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control, vol. 68, № 11, p. 3430, 2021.

Общее количество публикаций: 23, из них 13 в научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science, 3 в сборниках трудов, индексируемых в базе данных Web of Science.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

Количество докладов на международных конференциях: 9

Количество поданных заявок на патенты РФ: 2

Количество полученных патентов РФ: 3

Количество поданных заявок на международные патенты: 1 (США, ЕС, Китай)

Контактная информация

Молчанов Владимир Яковлевич, директор центра

8-495-951-1265

aocenter@misis.ru

НАУЧНО–УЧЕНЫЙ ЦЕНТР САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА МИСИС–ИСМАН



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

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 адгезивно–активные связки;
- Функциональные покрытия: биомедицинские применения, жаростойкие, защита от морской коррозии, износостойкие и термостойкие оптически прозрачные пленки.

Основные научные направления деятельности

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);
4. Исследование механизмов структурных превращений при деформации, нагреве, коррозии и окислении композиционных материалов и покрытий, полученных методами СВС, порошковой металлургии, СЛС, ионно–плазменного и электроискрового осаждения.

Организационная структура

- опытно–производственный участок СВС – технологий;
- 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 НУЦ СВС работают: 2 гл.н.с., 2 зав. лаб., 4 в.н.с., 7 с.н.с., 4 н.с., 9 м.н.с., 4 инж., 8 лаборантов. Из них:

3 доктора наук, 18 кандидатов наук, 8 магистрантов, 4 аспиранта.

Общий объем финансирования научно–исследовательских работ

В 2021 году выполнялось 11 научно–исследовательских работ на общую сумму 61,66 млн. руб., в том числе: 1 проект госзадания, 3 проекта РНФ, 6 грантов РФФИ, включая 2 аспирантских гранта, проект РФФИ «Стабильность», межд. проект РФФИ

Россия–Индия «Разработка биоактивных и бактерицидных покрытий с улучшенной остеоинтеграцией и способностью подавлять инфекцию», 1 хозяйственный договор

Наиболее крупные проекты

- проект № 0718–2020–0034 госзадания Минобрнауки России: «Разработка иерархически структурированных дискретно–армированных и дисперсно–упрочненных термостабильных материалов для теплонагруженных узлов перспективной ракетно–космической техники», 38,544 млн. руб.;
- проект № 20–79–10104 РНФ: «Разработка твердых гидрофобных покрытий, обладающих противообрастающим, антиледовым, и самозалечивающим эффектом, предназначенных для защиты объектов морской и прибрежной инфраструктуры от трибокоррозионного, абразивного и кавитационного износа», 5 млн. руб.;
- проект № 19–79–10226 РНФ: «Разработка нового класса жаропрочных интерметаллидных сплавов и технологий получения узкофракционных порошков для аддитивных технологий

производства ответственных деталей газотурбинных двигателей», 5 млн. руб.;

- хоздоговор с Первым МГМУ им. И.М. Сеченова по теме: «Разработка и апробация технологии поверхностной модификации высокопористых остеоиндуктивных имплантатов, обладающих мультимодальным распределением пор и изготовленных методом СЛП» 3 года 14,116 млн., включая 2021 г. – 4,116 млн.руб.

52 млн руб.

Общий объем финансирования научно–исследовательских работ в 2021 г.

Основные научно–технические достижения

1. Методами термодинамического и ab initio моделирования построена диаграмма состояния Zr–Ta–B, рассчитаны параметры решетки, энтальпия смешения, определены свойства твердых растворов $(Zr_{1-x}Ta_x)B_2$. Методом СВС в сочетании с горячим прессованием (ГП) получены твердые растворы $(Zr_{1-x}Ta_x)B_2$ и $(Hf_{1-x}Ta_x)B_2$, исследована их структура, уточнена граница растворимости. $(Hf_{0,8}Ta_{0,2})B_2$ и $(Hf_{0,6}Ta_{0,4})B_2$ показали твердость до 70 ГПа, модуль упругости до 587 ГПа. Исследована кинетика и механизм окисления керамик $HfB_2+X\%SiC$, $(Hf,Ta)B_2+X\%SiC$, $(Zr,Ta)B_2+X\%SiC$, $(Zr,Ta)B_2-X\%TaSi_2$;
2. Исследованы сплавы NiAl–X% (X= Cr, Co, Mo, Nb, Hf, La,Mo, Zr, Ta, Re. Высокий уровень свойств при 900 °C ($\sigma_b = 615 \pm 9$ МПа; $\sigma_{0,2} = 488 \pm 7$ МПа и $\varepsilon = 62,2 \pm 1,4$ %) достигнуты в результате выделения фаз Лавеса (Cr_2Nb , Co_2Nb) и Гейслера (Ni_2AlHf). Исследованы кинетика и механизм окисления сплавов при 1150 °C;
3. Получен сплав на основе TiAl/Ti₃Al с мелкозернистой дуплексной структурой и повышенным уровнем свойств при 20 °C: $\sigma_{0,2} = 1245$ МПа и при 800 °C: $\sigma_{0,2} = 524$ МПа. Основным механизмом деформации является двойникование зерен γ –TiAl;
4. Методом ЭИЛ с использованием электродов $MoSi_2$ –MoB–ZrB₂(HfB₂) получены покрытия на подложках СЛС–сплава ЭП741НП. Лучшие трибологические свойства показали покрытия из $MoSi_2$ –MoB–20%HfB₂. Апробирована технология осаждения многослойных покрытий, сочетающая процессы ЭИЛ и импульсного дугового испарения (ИДИ). Для снижения шероховатости и повышения жаростойкости СЛС–изделий из ЭП741НП наносились ЭИЛ–покрытия с использованием электродов из эвтектических сплавов Al–Si, Al–Ca–Mn и Al–Ca–Si;
5. Проведены in situ исследования PVD покрытий Ta–Zr–Si–B–C и Ta–Zr–Si–B–N с аморфной структурой. В покрытии Ta–Zr–Si–B–N при 1000 °C отмечен рост твердости до 27 ГПа. Для покрытий Zr–Mo–Si–B увеличение температуры до 1000 °C привело к росту субзерен внутри колонных элементов без изменения характера химических связей, что свидетельствует о высокой термической стабильности. Испытания

СЛС–сплавов АЖК и ЭП741НП на растяжение при повышенных температурах показали прирост предела прочности и относительного удлинения образцов с покрытиями Mo–Si–B и Zr–Si–B–N, полученными методом PVD на постоянном токе и методом HIPIMS;

6. Реализован ряд инновационных подходов к модифицированию поверхности металлических имплантатов для улучшения их остеоинтеграции с костной тканью и подавления очагов инфекции в зоне имплантации. Разработана двух–стадийная технология плазменно–электролитического оксидирования (ПЭО) в различных электролитах при наложении ультразвукового воздействия и использовании оригинального импульсного источника питания; получены пористые покрытия (с заданным размером пор и их равномерным распределением по поверхности образца) на основе оксида титана, легированные Ca, P, Si, B, и осуществлена их последующая поверхностная модификация (ионная имплантация или поверхностная иммобилизация); выявлен вклад различных факторов (бактерицидных ионов Ag и Cu и реактивных форм кислорода) в общую антибактериальную активность новых материалов. В итоге разработаны новые биоактивные, бактерицидные, противообрастающие и цитосовместимые покрытия, которые эффективны против патогенов, обладающие множественной лекарственной устойчивостью;
7. Проведены НИОКР, направленные на поверхностную модификацию СЛПтитановых имплантатов с целью создания функционально–ориентированных материалов. Осуществлен подбор типа покрытий высокопористых остеоиндуктивных имплантатов, отработан технологический режим нанесения покрытий.

Подготовка специалистов высшей квалификации

Защищена диссертация на соискание к.т.н. по специальности 05.16.06 «Порошковая металлургия и композиционные материалы» аспирантом Мукашовым С.К., тема: «Реакционная электроискровая

обработка для поверхностного упрочнения и выглаживания аддитивных поверхностей никелевых и титановых изделий». Научный руководитель – д.т.н., профессор Петржик М.И.

Основные публикации

1. Vorotilo S., Levashov E.A., Kurbatkina V.V., Patsera E.I., Loginov P.A., Lopatin V.Yu., Orekhov A.S. Theoretical and experimental study of combustion synthesis of microgradient ultra high–temperature ceramics in Zr–Ta–Si–B system, *Journal of European Ceramic Society*. – 2021. – Vol. 41. – P. 4728–4746. (IF 5,302) Q1;
2. Loginov P.A., Kaplansky Yu.Yu., Markov G.M., Patsera E.I., Vorotilo K.V., Korotitskiy A.V., Shvyndina N.V., Levashov E.A. Structural and mechanical properties of Ti–Al–Nb–Mo–B alloy produced using high–energy ball milling SHS– powder, *Materials Science and Engineering A*. – 2021. – Vol. 814. – P. 141153. (IF 5,234) Q1;
3. Zaitsev A.A., Konyashin I., Loginov P.A., Levashov E.A., Orekhov A.S. Radiation–Enhanced High–Temperature Cobalt Diffusion at Grain Boundaries of Nanostructured Hardmetal, *Materials Letters*. – 2021. – Vol. 294, Iss. 1. – P. 129746. (IF 3,423) Q1;
4. Kiruhancev–Korneev Ph.V., Sytchenko Alina, Pogozhev Yu.S., Vototilo S.A., Orekhov A.S., Loginov P.A., Levashov E.A. Structure and properties of Zr–Mo–Si–B–(N) hard coatings obtained by d.c. magnetron sputtering of ZrB₂–MoSi₂ target, *Materials*. – 2021. – Vol. 14. – P. 1932. (IF 3,623) Q1;
5. Kurbatkina V.V., Patsera E.I., Loginov P.A., Sviridova T.A., Klechkovskaya V.V., Levashov E.A. Structure and Properties of (Ta_{1–x}Zr_x)C and (Ta_{1–x}Hf_x)C Solid Solutions Produced by SHS and Hot Pressing, *Ceramics International*. – 2021. – Vol. 47, Iss. 18. – P. 26205–26214 (IF 4,527) Q1;
6. Astapov A.N., Zhestkov B.E., Pogozhev Yu.S., Zinovyeva M.V., Potanin A.Yu., Levashov E.A. The oxidation resistance of the heterophase ZrSi₂–MoSi₂–ZrB₂ powders – derived coatings, *Corrosion Science*. – 2021. – Vol. 189. – P. 109587 (IF 7,205) Q1;
7. Kaplanskii Yu.Yu., Levashov E.A., Bashkirov E.A., Korotitskiy A.V. Effect of Molybdenum on Structural Evolution and Thermomechanical Behavior of a Heat–Resistant Nickel Aluminate–Based Alloy, *Journal of Alloys and Compounds*. – 2021. – Vol. 892. – P. 162247 (IF 5,316) Q1;
8. Potanin A.Yu., Astapov A.N., Pogozhev Yu.S., Rupasov S.I., Shvyndina N.V., Klechkovskaya V.V., Levashov E.A., Timofeev I.A., Timofeev A.N. Oxidation of the HfB₂–SiC ceramics under static and dynamic conditions, *Journal of the European Ceramic Society*. – 2021. – Vol. 41, Iss. 16. – P. 34–47. (IF 5,302) Q1;
9. Sanin V.V., Kaplansky Yu.Yu., Aheiev M.I., Levashov E.A., Petrzhik M.I., Bychkova M.Ya., Samokhin

- A.V., Fadeev A.A., Sanin V.N. Structure and properties of heat-resistant alloys NiAl–Cr–Co–X (X=La,Mo,Zr,Ta,Re) and fabrication of powders for additive manufacturing, / Materials. – 2021. – Vol. 14. – P. 3144. (IF 3,623) Q1;
10. Zamulaeva E.I., Zinovieva M.V., Kiryukhantsev–Korneev Ph.V., Petrzhik M.I., Kaplanskii Yu.Yu., Klechkovskaya V.V., Sviridova T.A., Shvyndina N.V., Levashov E.A. Protective coatings deposited onto LPBF–manufactured nickel superalloy by pulsed electrospark deposition using MoSi₂–MoB–HfB₂ and MoSi₂–MoB–ZrB₂ electrodes, Surface and Coatings Technology. – 2021. – Vol. 427. – P. 127806. (IF 4,158) Q1;
 11. K.A. Kuptsov, M.N. Antonyuk, A.V. Bondarev, A.N. Sheveyko, D.V. Shtansky, Electrospark deposition of wear and corrosion resistant Ta(Zr)C–(Fe,Mo,Ni) coatings to protect stainless steel from tribocorrosion in seawater, Wear 486–487 (2021) 204094. (IF 3,892) Q1;
 12. K.A. Kuptsov, A.N. Sheveyko, D.A. Sidorenko, D.V. Shtansky, Electro–spark deposition in vacuum using graphite electrode at different electrode polarities: peculiarities of microstructure, electrochemical and tribological properties, Applied Surface Science 566 (2021) 150722. (IF 6,707) Q1;
 13. A.V. Bondarev, M.N. Antonyuk, Ph.V. Kiryukhantsev–Korneev, T. Polcar, D.V. Shtansky, Insight into high temperature performance of magnetron sputtered Si–Ta–C–(N) coatings with an ion–implanted interlayer, Applied Surface Science 541 (2021) 148526. (IF 6,707) Q1.

Патенты и Ноу–Хау

1. Свидетельство о регистрации секрета производства (ноу–хау) в Депозитарии НИТУ «МИСИС» № 10–732–2021 ОИС от 02.07.2021 (Авторы: Левашов Е.А., Санин В.В., Капланский Ю.Ю., Агеев М.И., Петржик М.И., Бычкова М.Я.) 15.10.2021 г. «Состав иерархически–структурированного жаропрочного сплава на основе моноалюминид никеля и способ получения узкофракционного порошка сочетанием методов центробежного СВС–литья и плазменной сфероидизации»;
2. Свидетельство о регистрации секрета производства (ноу–хау) в Депозитарии ноу–хау НИТУ «МИСИС» № 10–732–2021 ОИС от 02.07.2021 (Авторы: Левашов Е.А., Пацера Е.И., Капланский Ю.Ю.) 15.10.2021 г. Состав иерархически–структурированного жаропрочного сплава на основе моноалюминид никеля и способ получения узкофракционного порошка сочетанием методов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза из элементов и плазменной сфероидизации.

Основные научно–технические показатели публикации в научных журналах

Статей в журналах Web of Science и Scopus – 21 (Q1);

Статей в российских научных журналах из списка ВАК – 8;

Монографий – 1;

Количество поддержанных патентов на объекты промышленной собственности – 1;

Количество зарегистрированных зарубежных патентов и заявок в год – 1;

Количество конференций, в которых принимали участие сотрудники НУЦ СВС – 7;

Количество выставок, на которых были представлены экспонаты или стенды научных разработок с участием сотрудников НУЦ СВС – 1.

Контактная информация

Левашов Евгений Александрович, директор центра

8 (495) 638–45–00

levashov.ea@misis.ru

<http://shs.misis.ru>

III. ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК



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

Институт информационных технологий и компьютерных наук (ИТКН) образован в 2020 году на базе институтов ИТАСУ и ИБС. Институт является одним из лидеров в Российской Федерации по подготовке кадров для цифровой экономики и индустрии 4.0, что находит свое отражение в рейтингах лучших университетов в сфере информационных технологий агентства RAEX, вузов России по уровню зарплат занятых в IT-отрасли Superjob, рейтинге академий Huawei.

В состав института в 2021 году входят 6 выпускающих кафедр, 1 научно-исследовательская лаборатория, 2 образовательных центра.

Институт осуществляет реализацию образовательных программ по широкому спектру направлений.

Подготовка бакалавров ведется по следующим направлениям:

01.03.04 «Прикладная математика»;

09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»;

09.03.02 «Информационные системы и технологии»;

09.03.03 «Прикладная информатика»;

38.03.05 «Бизнес-информатика».

Подготовка магистров ведется по следующим направлениям (в том числе и на английском языке):

09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»;

09.04.02 «Информационные системы и технологии»;

09.04.03 «Прикладная информатика»;

38.04.05 «Бизнес-информатика».

Подготовка аспирантов ведется по направлению:

11.01 «Информатика и вычислительная техника».

Основные научные направления института охватывают широкий спектр задач в области применения машинного обучения и искусственного интеллекта. В соответствии с тематиками кафедр можно выделить следующие направления исследований: интеллектуальное управление робототехническими системами; аналитика и инженерия больших данных; цифровые двойники в промышленности; геометрическое моделирование и синтез цифровых моделей технических и бионических объектов; роботизированная автоматизация процессов; оптимизационное моделирование сложных социально-экономических систем.

Основные научно-технические показатели института. В 2021 г. сотрудники института опубликовано более 110 научных работ в изданиях, в том числе

входящих в базы цитирования Web of Science и Scopus, зарегистрировано 11 программ для ЭВМ. Объем выполненных НИР и хозяйственных работ составляет 22 млн руб. по тематикам, связанным с безлюдным интеллектуальным карьером, интеллектуальной робототехникой, анализом сложных многомерных социально-экономических систем.

В рамках института также действуют научно-образовательные лаборатории, центры и академии: Интернет вещей на основе оборудования Schneider Electric, Робототехники и киберфизических систем, Интеллектуальное горное предприятие, SAP Next-Gen Lab, академии больших данных Mail.Ru, Huawei, Cisco. Работа в лабораториях с доступом к современному оборудованию программному обеспечению позволяют аспирантам и студентам завоевывать призовые места в ведущих хакатонах и олимпиадах по тематике искусственного интеллекта и наукам о данных: Хакатон ИТМО-Deutsche Telekom, Moscow City Hack, Цифровой форсаж атомных городов, SberZvuk и другие.

В 2021 году в рамках диссертационного совета по специальностям 05.13.01 и 05.13.06 под руководством д.т.н. Темкина И.О. защищено 6 кандидатских диссертаций, а сотрудниками института защищено 2 докторских диссертации.

Контактная информация

Солодов Сергей Владимирович, директор института

8 (495) 638-44-74

itasu@misis.ru

22 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

КАФЕДРА «МАГИСТЕРСКАЯ ШКОЛА ИНФОРМАЦИОННЫХ БИЗНЕС СИСТЕМ»



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

Кафедра «Магистерская школа Информационных бизнес систем» (МШ ИБС) института ИТКН НИТУ «МИСИС», ведет подготовку в магистратуре профессиональных ИТ-кадров для различных отраслей цифровой экономики по направлению «Информационные системы и технологии», является выпускающей кафедрой.

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), инженерии и анализ Больших Данных.

Область и направления научных исследований:

1. Системная и программная инженерия;
2. Управление проектами;
3. Аналитика и инженерия больших данных;
4. Внедрение сложных информационных систем на основе интеграционных ИТ-решений.

Кадровый потенциал подразделения

Преподаватели кафедры – ведущие специалисты-практики, сотрудники компаний-партнеров, имеющие огромный исследовательский опыт, проектную отраслевую и межотраслевую экспертизу в таких отраслях, как металлургия, нефть и газ, машиностроение, банковское дело, телекоммуникации, ритейл, образование, энергетика и ЖКХ, транспорт и логистика, органы госуправления и т.п.

1 доктор наук

13 кандидатов наук

16 ведущих специалистов отрасли ИТ

В числе преподавателей – 6 сертифицированных специалистов и консультантов 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 2021 принимали участие в 33 исследованиях в рамках НИР при выполнении хоз-

договорных и государственных контрактов компаний IBS, КГ «Борлас», Сбера, Тинькофф, SaaS, МТС и др. в качестве экспертов и консультантов в проектах по внедрению информационных систем. Имеется 24 акта о внедрении, остальные НИР на сегодня в стадии исполнения.

В 2021 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; 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 и др.

Темы выполненных работ:

- Метод межкадрового комбинирования промежуточных результатов распознавания хангыля на основе метрической нейронной сети;
- Модель автоматизации учета затрат производства и ответственного хранения в медицинской лаборатории;

- Нейронная сеть на основе метода принятия решения об остановке процесса распознавания текста в видеопотоке;
- Модель машинного обучения для модерации контента на платформе агропромышленного комплекса;
- Методика реструктуризации микросервисной архитектуры информационной системы в условиях масштабирования в нескольких датацентрах;
- Единое информационное пространство управления торговыми операциями и взаимоотношениями с клиентами на базе решений 1С для компании полного цикла производства высокотехнологических приборов;
- Модель налогового мониторинга в бизнес-приложениях Oracle;
- Облачное платформенное решение для управления жизненным циклом программного обеспечения страховой компании;
- Uplift-модель для повышения эффективности целевых коммуникаций;
- Модуль автоматизированного тестирования процесса «Управление по целям» для крупной нефтегазовой компании;
- Локализация инструментов интеграции системы SAP ERP с банковскими приложениями для крупной энергетической компании;
- Модель формирования тарифных ставок для потребителей электроэнергии;
- Подсистема процессов страховых регулярных периодических и единовременных выплат с использованием технологий Oracle.

Основные публикации

1. Воскресенская Д.М., Халимон Е.А., Нестерова М.А., Ципес Г.Л. Обзор третьего издания японского стандарта по управлению проектами P2M PMAJ // Управление проектами и программами. 2021. № 3. С. 204–214.
2. Митиш С.Н., Шарова Е.А., Шехтер Ю.Г., Ципес Г.Л. Проекты с высокой степенью неопределенности: процессы принятия решений и инструменты управления // Управление проектами и программами. 2021. № 4. С. 268–279.
3. Mitish S., Sharova E., Shekhter J., Tsipes G. High Uncertainty Projects: Making 'go-no-go' decision. – В кн. Abstracts: 32nd IPMA World Congress "Project Management in the Digital Transformation Era", Saint Petersburg, September 21–23rd, 2021. – М.: Ассоциация СОБНЕТ; Новые печатные технологии, 2021. – с.56–58
4. Акатова Н.А. Сценарный подход к обучению консультантов по внедрению ERP-систем // В сборнике: Новые информационные технологии в образовании. Сборник научных трудов XXI Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией Д.В. Чистова. Москва, 2021. С. 37–40.
5. Пцарёва А.В., Акатова Н.А. Модель автоматизации процесса закупки и учета ИТ-оборудования производственного предприятия холдингового типа // StudNet. 2021. Т. 4. № 5.
6. Belov A. V., Kurmanova K. The system of predictive analysis of Bank investments using technologies of supercomputer simulation // Journal of Physics: Conference Series. 2021. Vol. 1740. P. 1–6.
7. Belov A. V., Kurmanova K. The system of predictive analysis of Bank investments using technologies of supercomputer simulation // Journal of Physics: Conference Series. 2021. Vol. 1740. P. 1–6.
8. Los A., Belov A. V. On the conditions of convergence of the functional from the sum of independent random variables to the functional from the Wiener process, in: 2021 XVII International Symposium "Problems of Redundancy in Information and Control Systems" (REDUNDANCY). IEEE, 2021. doi P. 80–84.
9. Belov A. V., Sapozhnikov A., Semichasnov I. Machine Learning Approach for the Game Mechanics Problem in Computer Games, in: Proceedings of the 2021 IEEE International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies" (IT&QM&IS). IEEE, 2021. doi P. 485–490.
10. Belov Aleksandr, Slastnikov S. A. Blockchain Technology to Manage the Energy Supply of Real Estate, in: Proceedings of 2021 IEEE International IOT, Electronics and Mechatronics Conference (IEMTRONICS). IEEE, 2021. doi P. 1–5.

Контактная информация

Нежурина Марина Игоревна, заведующая кафедрой

8 (495) 959-46-01

min@misis.ru

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

КАФЕДРА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ДИЗАЙНА



Горбатов Александр Вячеславович, заведующий кафедрой, д-р техн. наук, профессор

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, графического дизайна, BIM-технологий, наук о данных, мобильной и WEB-разработки.

Кафедра является центром подготовки НИТУ МИ-СИС по англоязычным магистерским программам в области информационных технологий, активным

участником профнавигационной работы университета и проектной деятельности школьников.

Основные научные направления деятельности

- 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 графической, дизайнерской и программистской подготовки.

Кадровый потенциал подразделения

Докторов наук: 8 чел.; кандидатов наук: 12 чел.; аспирантов: 6 чел.; инженерно-технических работников: 3 чел.

265 тыс. руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Подготовка специалистов высшей квалификации

Защита диссертации на соискание учёной степени доктора технических наук Аристовым Антоном Олеговичем по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в

науке и промышленности) на тему “Синтез и анализ моделей логистических потоковых систем на основе квазиклеточных сетей”

Основные публикации

1. Tatiana Portnova Spatial function of light in staging of contemporary choreography. Nexa Revista Científica, 34(01), 346–355. <https://doi.org/10.5377/nexa.v34i01.11311>;
2. Nefedov A.V., Novikova Y.V., Chicheneva O.N. Manipulator for feeding a box with liquid solution for repair of cast iron buckets at blast furnace shop of jsc ural steel. Ore and Metals Publishing house: 8, 2021 DOI 10.17580/chm.2021.08.01;

3. Chicheneva O.N., Gorbatyuk, S., Pashkov, A., Morozova, I. Technologies for applying Ni–Au coatings to heat sinks of SiC–Al metal matrix composite material. DOI 10.1016/j.matpr.2020.08.581;
4. Chichenev, N. Chicheneva O.N. Selection of laser processing parameters for hot stamping tools based on mathematical planning of the experiment. CIS Iron and Steel Review → 2021 → #2 DOI 10.17580/cisisr.2021.02.07;
5. Nefedov A.V., Svichkar V.V., Chicheneva O.N. Re–engineering of Equipment to Feed the Melting Furnace with Aluminum Charge. ISBN: 9783030548162, Издатель: Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-54817-9_139;
6. A.E. Petrov, A.V. Fedorov, A.V. Kochegarov, E.N. Lomaev, A.P. Preobrazhenskiy. The Analysis of Network Models for the Design of Industrial and Fire Safety Systems for Oil Refineries. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 808 (2021) 012024, IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/808/1/012024;
7. Valeria B. Golovkina, Valeria R. Ryazanova. Design concept for lighting phytosystems for public spaces. Light & Engineering Svetotekhnika #1, 2021, pp. 48–50, DOI: <https://doi.org/10.33383/2020-050>;
8. Оганесян А.С., Новоселов С.В. Проблемы, риски и прогнозы развития угольной промышленности кемеровской области на период до 2035 года. Уголь
Номер выпуска: 2 ISSN: 0041–5790. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-2-38-41>;
9. В.В. Агафонов, А.С. Оганесян, А.Е. Ютяев, Е.В. Горн. Сравнительный анализ характеристик разных типов технических средств для реализации когенерационных технологий в угледобывающем производстве». ISSN 0041–5790 (Print) • ISSN 2412–8333 (Online). Уголь № 1–2021 /1138/. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-1-21-25>;
10. Budak V., Emelianova E. Realistic simulation of synthetic images on computer monitors based on the color appearance model. CIECAM02 CEUR Workshop Proceedings, 2021. Vol. 3027. P.809 – 817, graphicon–2021–3027–809–817. doi:10.20948;
11. Петров А.Е., Бактыбеков Ч.Б. Система полеорентированного управления энергосберегающего синхронного электропривода с постоянными магнитами для промышленного оборудования. Научно–технический вестник Поволжья №5, 2021, Казань: ООО «Рашин Сайнс», 2021. – 134 с. ISSN 2079–5920 – с. 19–22;
12. Аристов, А.О. Анастомоз в квазиклеточных сетях и проблема адекватности преобразования моделей // Труды НГТУ им. П.Е. Алексеева. – 2021. – №1 (132) – С.7–13;
13. Аристов, А.О. Автоматные аспекты моделирования и программная реализация работы квазиклеточных сетей // Научно–технический вестник Поволжья. №1 2021г. – Казань: ООО «Рашин Сайнс», 2021 – С.9–17.

Результаты интеллектуальной деятельности

1. Бактыбеков Чынгыз, Петров А.Е., Бактыбеков Азиз. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021615883 ConstructionMotors. Заявка № 2021614664, дата поступления 03 апреля 2021 года. Дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ Федеральной службы по интеллектуальной собственности 13 апреля 2021 года;
2. Бактыбеков Чынгыз, Петров А.Е., Бактыбеков Азиз. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021616137 SystemsRPS. Заявка № 2021614767, дата поступления 03 апреля 2021 года. Дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ Федеральной службы по интеллектуальной собственности 19 апреля 2021 года.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

- конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения: 3
- защищенных докторских диссертаций: 1
- единиц уникального оборудования: 70
- премий и наград за научно–инновационные достижения: 13

Контактная информация

Горбатов Александр Вячеславович, заведующий кафедрой

a.v.gorbatov@misis.ru

Москва, Ленинский проспект д.6, стр. 1, комн. Г–523

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 обработки информации и управления в промышленных и социально-экономических системах.

Основные направления научной деятельности кафедры

1. Модели и технологии обработки и анализа данных (в том числе, геоинформационных) для решения задач диагностики, прогнозирования и управления в социотехнических системах;

2. Разработка методов построения и алгоритмов функционирования интеллектуальных систем управления в горно-металлургической промышленности;
3. Оптимизационное моделирование сложных социально-экономических систем.

Кафедра активно занимается разработкой «цифровых двойников» на основе 3D-моделирования для использования их в задачах управления сложными технологическими процессами, разработкой

методов трехмерной визуализации для невыпуклых моделей со свободной оболочкой. Научные исследования проводятся с участием сотрудников ряда российских компаний, таких как: ООО «Цифра», Вист майнинг Robotics, PARMA technologies group. 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».

Оборудование

Линейка оборудования для прототипирования микропроцессорных вычислительных устройств промышленного назначения для задач Индустрии 4.0, включая 3D-принтер и лазерный фрезерный станок с ЧПУ;

специализированная экспериментальная установка для отработки механизмов комплексирования гетерогенной информации и управления автономными роботизированными объектами транспортно-технологических процессов горнодобывающего производства в виде имитационного стенда карьера, роботизированных моделей самосвалов и экскаваторов, а также промышленных устройств диспетчерского управления;

комплекс мультимедийного оборудования, включая автономный шлем виртуальной реальности, широкоформатную стереоскопическую проекционную систему и графическую станцию генератора изображения для разработки и апробации алгоритмов многомерной визуализации.

В 2021 году сотрудниками кафедры реализовывались два грантовых проекта Российского научного фонда:

1. Разработка моделей и методов для анализа деятельности и визуализации поведения сложных многомерных объектов;
2. Разработка методов построения и моделей функционирования цифровой платформы управления транспортно-технологическими процессами при добыче минерального сырья.

Сотрудники кафедры разработали методологический подход к проектированию систем Индустрии 4.0. Были определены ключевые функциональные и нефункциональные требования к цифровым предприятиям в рамках концепции Индустрия 4.0, которые должны быть учтены при графическом моделировании архитектуры сложной крупномасштабной системы. Методологический подход к проектированию архитектуры цифрового предприятия DEAL 1.0 включает в себя: переосмысление и модификацию существующих нотаций графического моделирования для приведения их в соответствие с требо-

ваниями концепции Индустрия 4.0; оригинальные подходы к построению диаграмм, иллюстрирующие микросервисную дата-центричную архитектуру в виде горизонтально-вертикальной иерархической связи графических моделей различного назначения; компромиссный подход к проектированию систем, под которым понимается привлечение отраслевых экспертов-пользователей и разработчиков программного обеспечения для составления техно-рабочей проектной документации; удобный инструментарий для проектирования и контроля

качества реализации сложного крупномасштабного программного продукта.

16 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Кадровый потенциал подразделения

В настоящее время на кафедре АСУ работают 5 докторов технических наук и 1 доктор физико-математических наук (в том числе 2 совместителя), 12 доцентов, 7 старших преподавателей и 4 ассистента. На кафедре проходят обучение 16 аспирантов.

6 преподавателей кафедры работают в составе экспертных советов МИСИС 05.13.01, 05.13.06 и 25.00.35, трое из них входят в состав объединенного диссертационного совета НИТУ МИСИС.

На кафедре действует научный семинар, в рамках которого в 2021 г. заслушано 6 кандидатских работ.

В прошедшем году сотрудниками кафедры было опубликовано 45 научных работ, в том числе 12 публикаций, индексируемых в базах данных Web of Science и SCOPUS, получены авторские свидетельства на 9 программ для ЭВМ. Преподаватели кафедры принимали участие в 17 конференциях.

В аудиториях и лабораториях кафедры в рамках XXX – Международного научного симпозиума «НЕДЕЛЯ ГОРНЯКА – 2022» 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 стран ближнего и дальнего зарубежья.

Основные публикации

1. Temkin, I., Myaskov, A., Deryabin, S., Konov, I., Ivannikov, A. Design of a digital 3D model of transport-technological environment of open-pit mines based on the common use of telemetric and geospatial information // *Sensors*, 2021, 21(18), 6277;
2. Sizemov D.N., Temkin I.O., Deryabin S.A. Vladimirov D.Ya. On some aspects of increasing the target productivity of unmanned mine dump truck // *Eurasian Mining* 2021, № 2, pp. 68–72 DOI: 10.17580/em.2021.02.15;
3. Kim, M.L., Pevzner, L.D., Temkin, I.O. Development of automatic system for unmanned aerial vehicle (Uav) motion control for mine conditions // *Mining Science and Technology (Russian Federation)*, 2021, 6(3), P. 203–210;
4. Kramarov, S.O., Mityasova, O.Y., Temkin, I.O., Khramov, V.V. Delaunay triangulation-based methodology of intelligent navigation and control of mobile objects // *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2021(2), P. 87–98;
5. Kupriyanov, V.V. Theoretical justification of feasibility to reduce information loss in measurement of continuous random variables in the presence of noise // *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2021(8), P. 70–81;
6. Kupriyanov, V.V., Bondarenko, I.S. Fuzzy logic in reliability assessment of short-term forecast models for mining equipment // *Gornyi Zhurnal*, 2021(5), P. 75–79;
7. Kupriyanov, V.V., Bondarenko, I.S. Ensuring safety of industrial cargo by rail transportation at the mining enterprises // *Bezopasnost' Truda v Promyshlennosti*, 2021(4), P. 56–62;
8. Ratner, S., Lychev, A., Rozhnov, A., Lobanov, I. Efficiency evaluation of regional environmental management systems in russia using data envelopment analysis // *Mathematics*, 2021, 9(18), 2210;
9. Trofimov, V.B. Designing an Intelligent Control System for a Basic Oxygen Furnace Based on Computer Vision // *Journal of Computer and Systems Sciences International*, 2021, 60(6), P. 995–1004;
10. Trofimov, V., Neudakhina, Y. About Designing an Intelligent System for Slag Detection in Oxygen

Converter Steelmaking // Proceedings – 2021
International Russian Automation Conference,
RusAutoCon 2021, 2021, P. 350–355;

11. Neudakhina, Y., Trofimov, V. An ANN-based Intelligent System for Forecasting Monthly Electric Energy Consumption // Proceedings – 2021 3rd International Conference on Control Systems,

Mathematical Modeling, Automation and Energy
Efficiency, SUMMA 2021, 2021, P. 544–547;

12. Neudakhina, Y., Trofimov, V. About designing an intelligent system for forecasting electric power consumption based on artificial neural networks // CEUR Workshop Proceedings, 2021, 2843.

Контактная информация

Темкин Игорь Олегович, заведующий кафедрой

8 499 230–24–34

asu@misis.ru; msmu_asu@mail.ru

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

Ленинский проспект д.4, корпус «Б», 8 этаж, аудитория 829.

КАФЕДРА БИЗНЕС–ИНФОРМАТИКИ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ



Пятецкий Валерий Ефимович,
заведующий кафедрой,
д-р тех. наук, профессор

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 экономике)» в соответствии с ФГОС ВПО, ОС ВО НИТУ «МИСИС», мировыми профессиональными и образовательными стандартами, организация и проведение прикладных научных исследований и иных научно-технических работ в области бизнес–информатики и информационных технологий, в том числе по проблемам образования.

Основным научным направлением реализуемым на кафедре является «Методология и практика разработки процессных информационных систем управления предприятием» 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.

Научно–практические задачи

Исследование и разработка корпоративных интегрированных информационных систем управления (КИИСУ) предприятиями;

Исследование и разработка методик моделирования, регламентации и оптимизации бизнес процессов производства;

Управление бизнес–процессами предприятия средствами ERP–систем;

Оперативное управление производственными процессами металлургического предприятия на основе MES–систем;

Использование информационно–аналитических (BI) систем управления эффективностью бизнеса.

Кадровый потенциал подразделения

На кафедре работают 30 человек профессорско-преподавательского состава из них:

2 – профессора, доктора наук; 10 – доцентов, кандидатов наук; 12 – старших преподавателя, из них 5 кандидатов наук; 6 – 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 (BearingPoint, SAP СНГ, ИНЛАЙН ГРУП, компания Айтеко Бизнес–Консалтинг, NVisionGroup, ЗАО «ГАЛАКТИКА», Deloit, Broner Metals Solutions, ООО «АНТ–Информ», АРТЭК, ООО «BPM Консалтинг Групп» и др.)

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

В рамках проведения НИР на кафедре организовано и функционирует 8 научных направлений в том числе:

- процессный подход в корпоративных интегрированных информационных системах (науч. рук. проф. д.т.н. Пятецкий В.Е., доц. к.э.н. Рыжко А.Л.);
- архитектура предприятия и корпоративных информационных систем управления предприятием. (науч. рук. проф. д.т.н. Пятецкий В.Е.);
- методология, инструментарий и практика интеграции и управления контентом в корпоративных информационных системах управления предприятием (науч. рук. доц. к.э.н. Корнеев Д.Г.);
- проектирование и управление разработкой информационных систем (науч. рук. доц. к.т.н. Ушакова М.В., ст. преп. к.э.н. Дворников Д.В.)
- методология и инструментарий имитационного моделирования процессов и производственных систем (науч. рук. доц. к.т.н. Литвяк В.С.);

- методология, инструментарий систем поддержки принятия многокритериальных решений.(СППР),(DSC) (науч. рук. проф. д.т.н. Пятецкий В.Е., доц. к.т.н. Макаров В.В.) и др.

Осуществляется непрерывная научная подготовка студентов. В рамках основных научных направлений на кафедре организовано и функционируют 30 бизнес-школ, в которых участвуют более 90 % студентов кафедры начиная с 1 – го курса. Полученные результаты студенты докладывают в течение года на научных семинарах кафедры, принимают участие в Днях Науки МИСИС. В 2021 г. в рамках проведения 76 –х Дней науки МИСИС, на конференцию представлено и опубликовано 55 тезисов студенческих докладов, 1 студент получил 2-ю премию на конференции Института ИТКН. В рамках проведения конкурса им. академика А.А. Бочвара, было

представлено 15 проектных работ по направлению «Прикладная информатика (в цифровой экономике)». Магистранты, обучающиеся по направлению 38.04.05 «Бизнес-информатика» и 09.04.03 «Прикладная информатика» в количестве 30 чел., оформлены и работают в ведущих IT – компаниях, где принимают участие в выполнении реальных проектов на предприятиях. Результаты этих проектов используются ими при выполнении КНИР, участия в конференциях, и при подготовке магистерских диссертаций. Для привлечения талантливой молодежи и поощрения обучающихся студентов, на кафедре разработана и действует стипендиальная программа «Стипендия кафедры БИСУП». Выплаты стипендии производятся за счет средств Специального Фонда, формируемого за счет пожертвований всех заинтересованных юридических и физических лиц.

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.

1. Количество публикаций: статей и докладов в изданиях индексируемых SCOPUS и WOS –8
2. Результаты доложены на 4 международных научных конференциях;

3. Количество студентов, занятых в НИР и ОКР, имеющих публикации, чел.– 28
4. Проведение бизнес-школ со студентами в том числе с сертификацией по курсам:
 - Microsoft Office;– Archimate; – X–mind; – ARIS;– Вводный курс по 1С; – Visio Studio.

Всего было проведено более 30 бизнес-школ, с приглашением ведущих специалистов IT – компаний, в т. ч. Айтеко Бизнес-Консалтинг, ИНЛАЙН ГРУП, RunaWFE, BPM Консалтинг Групп, ЗАО «ГА-ЛАКТИКА», «Бюро проектов», Deloitte и др.

Основные публикации

1. Bakhtadze, D. Elpashev, A, Suleykin, V. Pyatetsky V.A. // Digital Ecosystem Situational Control Based on a Predictive Model1 N;
2. Natalia N. Bakhtadze1, Vitaly A. Beginjuk , Denis V. Elpashev , Eddy A. Zakharov , Danila M. Donchan , Zufar G. Salikhov1 1 V. A. // Intelligent DECISION SUPPORT SYSTEM BASED ON VIDEO RECOGNITION OF BLAST FURNACE;
3. Макаров В.В. Lada car sales models on the Russian market // Proceedings of the 14th International Conference “Management of Large-Scale System Development” (MLSD–2021). M.: IEEE, 2021. С;
4. Макаров В.В. The neural network to identify an object by a sequential training mode // Proceedings of the BICA – Procedia Computer Science, 2021. London, UK: Elsevier BV, 2021. vol.190 (2021). С. 532–539;
5. A. Mikryukov, M. Mazurov, D. Korneev, V. Trembach Multidimensional Statistical Analysis Methods in the Study of University Activities// Proceedings of the XXIII International Conference “Enterprise Engineering and Knowledge Management” (EEKM 2020). Moscow, Russia, December 8–9, 2020. CEUR Workshop Proceedings. 2021. Vol. 2919.p. 183–196;
6. D. Korneev, A. Boichenko, V. Kazakov Ensuring Semantic Interoperability Based on the Merging of Ontological Models// Proceedings of the XXIII International Conference “Enterprise Engineering and Knowledge Management” (EEKM 2020). Moscow, Russia, December 8–9, 2020. CEUR Workshop Proceedings. 2021. Vol. 2919 p. 133–139;
7. M.Mazurov, D. Korneev, V. Trembach, D. Rylenkov Cognitive Modeling of University Activity as a

Poorly Structured System // Proceedings of the 10th International Scientific and Practical Conference named after A. I. Kitov "Information Technologies and Mathematical Methods in Economics and Management (IT&MM-2020)". Moscow, Russia, October 15-16, 2020. CEUR Workshop Proceedings. – 2021. – Vol. 2830. – p. 374-388;

8. E. Martyakova. E. Gorchakova To the Issues of the Company's Target Management System Formation // Proceedings of the 2022 International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies", IT and QM and IS 2021.

Контактная информация

Пятецкий Валерий Ефимович, заведующий кафедрой

+7 985 762-14-96

bisup@misis.ru

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 наукоёмкого программного обеспечения.

Научно–исследовательская деятельность

- сквозные технологии (большие данные, искусственный интеллект, системы распределенного реестра, промышленный интернет, робототехника, сенсорика);
- критические технологии (обработка, передача, хранение и защита информации, производство программного обеспечения, распределенные вычисления и системы);
- создание интеллектуальных систем навигации и управления.

Основные направления исследований

- Распознавание и анализ паттернов электрической активности мозга;
- Разработка механизмов алгоритмической машинной предобработки ЭЭГ–данных;
- Разработка и оптимизация модулей нейросетевого классификатора и алгоритмов машинного обучения;
- Развитие алгоритмов управления манипуляционными роботами на основе обучения с подкреплением;
- Использование распределенных информационных технологий в методах и системах поддержки принятия решений при управлении процессами взаимодействия в консорциумах;
- Разработка новых методов распределенного хранения электронных документов в децентрализованных блокчейн–приложениях;
- Системы балансировки нагрузки для распределенных вычислительных систем с гетерогенными вычислительными узлами;
- Метод распознавания дефектов железнодорожного полотна с использованием БПЛА в условиях распределенной горнодобывающей инфраструктуры;
- Разработка методов активного машинного обучения для модульных целеориентированных диалоговых агентов;
- Детектирование объектов с неизвестной текстурно–видовой моделью в задаче повышения безопасности движения железнодорожного транспорта;
- Использование технологий машинного обучения для распознавания мошеннических действий на сайтах;
- Методы анализа когнитивных искажений и концепция автоматизированной интеллектуальной системы их детектирования.

Руководством университета и института перед кафедрой поставлена перспективная задача в ближайшие пять лет выйти на ведущие прикладные научно–исследовательские позиции по следующим направлениям:

- Интеллектуальная робототехника и беспилотные транспортные средства;
- Новые интерфейсы и новые медиа;
- Машинное обучение и Data Science;
- Нейронауки и искусственный интеллект;
- Этические аспекты разработки ИИ и робототехники;
- Распознавание образов;
- Синтез речи, смысла и изображений;

- Инженерия программных систем;
- Компьютерная графика для метаверса.

Кадровый потенциал подразделения

3 профессора, из них 2 доктора технических наук и 1 доктор физико-математических 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 (ФИЦ «Информатика и управление», ФИАН), а также преподаватели-практики, работающие в лабораториях, исследовательских и производственных подразделениях крупнейших ИТ-компаний страны (Cognitive Pilot, Smart Engine и др.).

В 2021 г. на кафедре создана и успешно функционирует научно-исследовательская лаборатория

Для достижения этих целей в ближайший год планируется создание двух научно-исследовательских кафедральных подразделений – лаборатории человеко-машинных интерфейсов и лаборатории компьютерной графики и метавселенных.

робототехники и киберфизических систем. Основные направления ее работы:

- исследования в области применения подходов искусственного интеллекта в робототехнике;
- интеллектуальное управление робототехническими системами;
- развитие алгоритмов адаптивного и робастного управления роботами;
- автономная навигация и управление движением роботов.

5 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Наиболее крупные проекты

- разработка алгоритмического и программного комплекса для методов обучения с подкреплением в частных задачах управления манипуляционными роботами (заказчик: лаборатория робототехники ПАО «Сбербанк»), стоимость работ составила 2 551 тыс. руб.;

В настоящее время кафедрой ведется подготовка 10 аспирантов – будущих специалистов высшей квалификации – по программе специальности 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника».

Основные публикации

1. Efimov, A. R., Seliverstova, E. V., Semochkin, A. N., Zabihifar, S. H. Unreal mask: one-shot multi-object class-based pose estimation for robotic manipulation using keypoints with a synthetic dataset (2021), DOI:10.1007/s00521-020-05644-6;
2. Kurochkin, I., Dolgov, A., Manzyuk, M., Vatutin, E., Using Mobile Devices in a Voluntary Distributed Computing Project to Solve Combinatorial Problems (2021), DOI: 10.1007/978-3-030-92864-3_40;
3. Porvatov, V., Semenova, N., Chertok, A. Hybrid Graph Embedding Techniques in Estimated Time of Arrival Task (2021), DOI:10.13140/RG.2.2.35851.41766;
4. Tishin, V., Sosedka, A., Ibragimov, P., Porvatov, V. Citation network applications in a scientific co-authorship recommender system (2021);
5. Dmitriev, A., Rozenblit, A., Porvatov, V., Molodtsova, A., Puhtina, E., Burmistrov, O., Filonov, D., Souslov, A., Olekhno, N. Statistical Correlations in Active Matter Based on Robotic Swarms (2021), DOI:10.1109/EnT50460.2021.9681775;
6. Porvatov, V. A., Rozenblit, A. D., Dmitriev, A. A., Burmistrov, O. I., Petrova, D. A., Gritsenko, G. Yu., Puhtina, E. M., Kretov, E. I., Filonov, D. S., Souslov, A. N., Olekhno, A. Optimizing self-rotating bristle-bots for active matter implementation with robotic swarms (2021), Journal of Physics Conference Series 2086(1):012202, DOI:10.1088/1742-6596/2086/1/012202;
7. Hammoud, O., Tarkhanov, I., Kosmarski, A. An Architecture for Distributed Electronic Documents Storage in Decentralized Blockchain B2B Applications (2021), DOI: 10.3390/computers10110142;
8. Vorontsova, D., Menshikov, I., Zubov, A., Orlov, K., Rikunov, P., Zvereva, E., Flitman, L., Lanikin, A., Sokolova, A., Markov, S., Bernadotte, A. Silent EEG-Speech Recognition Using Convolutional and Recurrent Neural Network with 85% Accuracy of 9 Words Classification (2021), DOI: 10.3390/s21206744;

9. Polevoy, D. V., Aliev, M. A., Nikolaev, D. P. Choosing the best image of the document owner's photograph in the video stream on the mobile device (2021), DOI: 10.1117/12.2586939;
10. Polevoy, D. V., Panfilova, E. I., Ershov, E. I., Nikolaev, D. P. Color correction of the document owner's photograph image during recognition on mobile device (2021), DOI: 10.1117/12.2587627;
11. Gayer, A. V., Sheshkus, A. V., Nikolaev, D. P., Arlazarov, V. V. Improvement of U-Net architecture for image binarization with activation functions replacement (2021), DOI: 10.1117/12.2587027;
12. Kurnikov, P. A., Sholomov, D. L. DNNs for multi-map semantic segmentation (2021), DOI: 10.1117/12.2587178;
13. Kurnikov, P. A., Krapukhina, N.V. Case Study of Self-Organization Processes in Information System Caching Components (2021), DOI:10.14569/IJACSA.2021.0120680;
14. Milovzorov, A. N., Bezmaternykh, P. V., Arlazarov, V. V. Generative approach for 1D barcode dataset population for mobile-based recognition (2021), DOI: 10.1117/12.2587628
15. Skoryukina, N., Arlazarov, V. V., Milovzorov A. Memory consumption reduction for identity document classification with local and global features combination (2021), DOI: 10.1117/12.2587033.

Всего в 2021 году с аффилиацией НИТУ «МИСИС» преподавателями, аспирантами и студентами кафедры инженерной кибернетики было опубликовано 37 статей, в том числе: в российских научных журналах, индексируемых РИНЦ – 13; в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science – 6, базах Scopus – 18.

Преподаватели-исследователи кафедры в 2021 году приняли участие в таких международных конференциях, как:

- The 5th International Conference «Computational Methods in Systems and Software»;
- The 6th Interdisciplinary Scientific Forum with International Participation «New materials and advanced technologies»;
- The II International Scientific Conference on «Artificial Intelligence and Digital Technologies in Technical Systems»;
- The X International Multidisciplinary Conference «Innovations and tendencies of state-of-art science»;
- The VI International Conference on «Agritechologies, Agritech Engineering, Policy and Law for Sustainable Environmental Health»;
- The X International Multidisciplinary Conference «Recent scientific investigation»;
- The II International Conference «Economic and Social Trends for Sustainability of Modern Society»;
- The IX International Multidisciplinary Conference «Prospects and key tendencies of science in contemporary world»;
- The II International Scientific Conference on «Advances in Materials, Systems and Technologies»;
- Международная научная конференция «Актуальные теоретико-методологические и прикладные проблемы виртуальной реальности и искусственного интеллекта»;

а также в ряде общероссийских конференций, таких как:

- VII Всероссийская научно-техническая конференция «Роль фундаментальных исследований при реализации Стратегических направлений развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года» ;
- Суперкомпьютерные дни в России – 2021;
- Национальный Суперкомпьютерный Форум (НСКФ-2021), конференция «Облачные и распределенные вычислительные системы в электронном управлении».

Контактная информация

Ефимов Альберт Рувимович, заведующий кафедрой

8 (499) 236-25-35

efimov.ar@misis.ru

Телеграм @makkawity

Бакулев Константин Станиславович, заместитель заведующего кафедрой инженерной кибернетики, канд. экон. наук

kik_misis@mail.ru

Телеграм @bconst65

КАФЕДРА ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



Калашников Евгений Александрович, заведующий кафедрой, канд. техн. наук, доцент

Кафедра осуществляет подготовку:

1. бакалавров по направлению подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии» по программе «Инфокоммуникационные технологии»;
2. магистров по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах» по программе «Робототехнические системы автоматизированного управления».

С 2022 года осуществляется набор в магистратуру по направлению подготовки 09.04.03 «Прикладная информатика» по программе «Цифровые двойники в промышленности».

Обучение по направлениям кафедры открывает широкие возможности трудоустройства как на предприятиях металлургического и горнодобывающего комплекса, так и в прочих организациях, использующих автоматизированные линии производства. Выпускники кафедры находят применение своих знаний в менеджменте, являясь успешными руководителями высшего и среднего звена промышленных предприятий и высших учебных заведений.

Направления научно-исследовательской деятельности

- моделирование и оптимизация производственных систем;
- интеллектуальные и робототехнические системы и комплексы;
- программирование и алгоритмизация, инфокоммуникационные системы и сети;
- машинное обучение, анализ данных, обработка сигналов;
- автоматика и вычислительная техника, АСУ ТП;
- акустика волноводов-воздуховодов, приборы и системы контроля безопасности воздушной среды.

С целью повышения качества образовательного процесса и подготовки специалистов, отвечающих требованиям и специфике рынка инновационных технологий для автоматизации производства, кафедра сотрудничает с ведущими предприятиями в данной области. Партнерами кафедры являются: АО «Шнейдер Электрик», ООО «Фанук», ООО

«Рена-Солюшинс», ООО «Эпирок Рус», ООО «Промтех», ПАО «Русполимет», Группа «Интер РАО», ИПМ им. М.В. Келдыша РАН.

Сотрудничество с партнерами открывает перед студентами такие перспективы, как участие в реализации совместных проектов, прохождение практик и стажировок, выполнение научно-исследовательской работы в рамках проектов предприятия, участие в тематических молодежных конкурсах, возможность трудоустройства.

Кафедра участвует в научных и образовательных проектах, с этой целью проводится модернизация инфраструктуры кафедры. На кафедре функционирует лаборатория сетевой архитектуры и технологии «интернет вещей». Лаборатория укомплектована современным оборудованием Schneider Electric, на базе которого осуществляется реализация проектов по обеспечению межоперационной совместимости различных компонентов для зданий, электрических сетей, центров обработки данных и промышленности.

Кадровый потенциал подразделения

Докторов наук – 2 чел., кандидатов наук – 11 чел., аспирантов – 6 чел., инженерно-технических работников – 7 чел.

В 2001 году профессор кафедры Халкечев Р.К. защитил диссертацию на тему «Разработка каркас-

ной мультифрактально-модельной методологии построения АСНИ и АСУ ТП в горной промышленности» на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.06.

Основные публикации

1. Kurenkov, D.S., Fedorov, G.B., Dudchenko, O.L. Physics of application of acoustic vibrations in stimulation of dissolution of rock salt // Mining Informational and Analytical Bulletin, 2021. – № 5. – pp. 45–53;
2. Blokhin, D.I., Ivanov, P.N., Dudchenko, O.L. Experimental study of thermomechanical effects in water-saturated limestones during their deformation // Journal of Mining Institute, 2021. – № 247 (1), pp. 3–11;
3. Осипова Н.В. Выбор параметров алгоритма управления загрузкой мельницы мокрого самоизмельчения железной руды // Горный информационно-аналитический бюллетень, 2021. – № 10. – С. 146–156. DOI: 10.25018/0236_1493_2021_10_0_146.

Контактная информация

Калашников Евгений Александрович, заведующий кафедрой

8(499)–230–26–33

ikt@misis.ru

г. Москва, Ленинский проспект, д. 6, корпус «Л»

IV. ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ИМЕНИ В.А. РОМЕНЦА

КАФЕДРА ПРОМЫШЛЕННОГО МЕНЕДЖМЕНТА



Костюхин Юрий Юрьевич,
заведующий кафедрой,
канд. экон. наук, профессор

Научно-исследовательская деятельность кафедры направлена на решение методологических проблем экономики.

Основные направления научных работ

- 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

Докторов наук: 3 чел., кандидатов наук: 3 чел., магистрантов задействованных в НИР: 9 чел.

Основные публикации

1. Sidorova E.Y., Kostyukhin Y.Y., Shtansky V.A. Evaluation of scientific knowledge potential used for the production of high-tech products;
2. Sidorova E., Kostin A., Sebechenko E., Kostyukhin Y., Boboshko D., Vikhrova N., Kostina O. Formation of a sustainable mechanism of preferential VAT taxation

- of exports as evidenced by the Russian Federation practice;
3. Samarina V.P., Skufina T.P., Savon D.Yu. Comprehensive assessment of sustainable development of mining and metallurgical holdings: Problems and mechanisms of their resolution;
 4. Kolotyryn K.P., Bogatyrev S.A., Kostyukhin Y.Yu., Savon D.Yu., Shinkevich A.I. Justification of the application of resource-saving technology for the restoration of metal-intensive rear semi-axes of trucks using hot plastic deformation;
 5. Shinkevich, A.I., Kostyukhin, Y.Yu., Savon, D.Yu., Safronov, A.E., Aleksakhin, A.V. Optimization of energy-efficient functioning of the oil and gas sector of the economy through digitalization and resource conservation;
 6. Samarina, V.P., Skufina, T.P., Savon, D.Yu., Shinkevich, A.I. Management of externalities in the context of sustainable development of the russian arctic zone;
 7. Savon, D.Y., Shkarupeta, E.V., Safronov, A.E., Anisimov, A.Y., Vichrova, N.O. Digital transformation of production processes and mining business models in the conditions of market instability.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

- публикаций в российских научных журналах из списка ВАК – 7;
- в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 10;
- монографий – 1.

Контактная информация

Костюхин Юрий Юрьевич, заведующий кафедрой

8(499) 236–81–50

kostuhinyury@mail.ru

КАФЕДРА ЭКОНОМИКИ



Сидорова Елена Юрьевна,
заведующая кафедрой,
д-р экон. наук, профессор

Кафедра экономики является структурным подразделением Института экономики и управления промышленными предприятиями имени В.А. Роменца.

Цели, задачи, перспективы научной деятельности

Научная деятельность сосредоточена в междисциплинарном подходе к оценке влияния экосистемных моделей на процессы трансформации в экономике, в разработке теоретических и практических подходов к оценке потенциала внедрения циркуляционных процессов по всей цепочке добавленной стоимости.

Основные цели лежат в области разработки теоретических концептов, методологических положений и практических рекомендаций, раскрывающих особенности и перспективы развития промышленных предприятий в рамках экосистемного взаимодействия в условиях циркулярной экономики, реализация которых обеспечит необходимый научно-технологический и социально-экономический прорыв в приоритетных и перспективных отраслях российской экономики.

Научно-исследовательская работа преподавателей кафедры

Научно-исследовательская деятельность кафедры направлена на решение фундаментальных и прикладных проблем в области экономики и управления металлургическими предприятиями и изучение проблем макроэкономической эффективности общественного производства в различных формационных условиях. Особое внимание уделяется проблемам экологизации производства и исследованию эффективности экологических мероприятий.

Основные направления научной работы

- Макроэкономическая эффективность экономических систем. Проблемы эффективности функционирования предприятий и организаций в системе рыночных отношений;
- Тенденции и экономические проблемы развития металлургии России: определение на основе системного подхода приоритетов экономического развития металлургического комплекса России, разработка практических рекомендаций по реструктуризации производства, повышению конкурентоспособности выпускаемой металлопродукции и обеспечению устойчивого развития в условиях глобализации;
- Теоретические и методологические принципы, методы, способы, механизмы, инструменты, институциональные факторы, прогнозирование, преобразования и технологии управления экономическими системами с учетом тенденций глобализации экономических процессов;
- Развитие методологии, организации и методов бухгалтерского учета, инвестиционного анализа и оценки эффективности инвестиций, экономического анализа финансово-хозяйственной деятельности, контроля, аудита и статистики.

Кадровый потенциал подразделения

На кафедре работает 24 человек, в том числе: 4 – профессоров, д.э.н., 13 – доцентов, к.э.н., 4 – старших преподавателей, 3 – ассистентов.

Из них: 3 докторов экономических наук, 14 – кандидатов наук.

На кафедре обучается 7 аспирантов.

Участие в федеральных целевых программах и грантах

Выполняется грант РФФИ № 20-010-00470 на тему: Методология формирования новой экономики промышленных систем, основанной на прин-

ципах экосистемности и циркулярности (руководитель: доц., к.э.н. доц. Шмелева Н.В.)

Основные научные результаты

- Сформированы концептуальные положения и принципы функционирования многоуровневых экосистем как формы устойчивого инновационного развития отрасли и территории;
- Проведен анализ и систематизация научных подходов к категории «циркулярная экономика» и ее основным элементам;
- Разработан механизм анализа и оценки акторов с позиции экосистемного взаимодействия на основе метода иерархий;
- Сформирована система критериев для оценки проектов промышленной экосистемы с учетом стадий ЖЦ;
- Предложен методический подход к оценке устойчивости развития экосистемы на основе интегральной оценки потенциалов всех составляющих структуры экосистемы;
- Разработана энтропийная модель устойчивого развития территориальной экосистемы;
- Предложен механизм реализации инновационного развития промышленных комплексов на основе экосистемного и циркулярного подходов;
- Проведена оценка претендентов на роль акторов промышленной экосистемы «Технологии для повышения качества жизни» на основе метода иерархий с учетом стадий ЖЦ проектов и экосистемы; оценка циркулярного и интеграционного потенциалов промышленных экосистем «Kalundborg Symbiosis» и «Baltic Industrial Symbiosis»; оценка устойчивости территориальных экосистем Пензенской и Владимирской областей;
- Опубликовано 34 статьи, из них 10 в высокорейтинговых международных изданиях (WoS, Scopus).

Основные публикации

1. Sidorova, E., Sebechenko, E., Kostyukhin, Y., Kostina, O., Vikhrova, N. Formation of a sustainable mechanism of preferential VAT taxation of exports as evidenced by the Russian Federation practice, *Economies*, 2021, 9(4), 190;
2. Zasko, V., Sidorova, E., Komarova, V., Boboshko, D., Dontsova, O. Digitization of the customs revenue administration as a factor of the enhancement of the budget efficiency of the Russian Federation, *Sustainability (Switzerland)*, 2021, 13(19), 10757;
3. Sidorova, E.Yu., Nikulin, N.N., Vikhrova, N.O., Ershova, V.Yu. Labour productivity in the metallurgical industries of Russian Federation and the USA in 2010–2018, *CIS Iron and Steel Review*, 2021, 21, стр. 92–97;
4. Shmeleva, N., Gamidullaeva, L., Tolstykh, T., Lazarenko, D. Challenges and opportunities for technology transfer networks in the context of open innovation: Russian experience // *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 2021, 7(3), 197;
5. Tolstykh, T., Gamidullaeva, L., Shmeleva, N., Woźniak, M., Vasin, S. An assessment of regional sustainability via the maturity level of entrepreneurial ecosystems // *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 2021, 7(1), стр. 1–23, 5 ;
6. Tolstykh, T., Gamidullaeva, L., Shmeleva, N. Elaboration of a mechanism for sustainable enterprise development in innovation ecosystems // *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 2020, 6(4), стр. 1–23, 95 ;
7. Tolstykh, T., Gamidullaeva, L., Shmeleva, N. Universities as Knowledge Integrators and Cross-Industry Ecosystems: Self-Organizational Perspective // *SAGE Open*, 2021, 11(1) ;
8. Gamidullaeva, L., Tolstykh, T., Bystrov, A., Radaykin, A., Shmeleva, N. Cross-Sectoral Digital Platform as a Tool for Innovation Ecosystem Development. *Sustainability* 2021, 13, 11686. doi: 10.3390/su132111686.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

- количество публикаций: учебников – 2; учебных пособий – 4; статей проиндексировано – 16, в том числе: в российских научных журналах из списка ВАК – 12; в научных журналах, количество статей в журналах с импакт-фактором (индекс Web of Science) более 3 – 3. Число цитирований по Web of Science статей, опубликованных за последние 5 полных календарных лет – 52; публикации студентов – 55 (тезисы конференций).
- показатель цитируемости для НПП по РИНЦ (индекс Хирша) – от 1 до 5.

Контактная информация

Сидорова Елена Юрьевна, заведующая кафедрой

8(916)763 16 80

ejsidorova@ya.ru

V. ИНСТИТУТ БАЗОВОГО ОБРАЗОВАНИЯ



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

Основная задача института – обеспечение качественного образования студентов младших курсов по основным 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», а кафедра физики – за подготовку аспирантов по направлениям «Химическая технология», «Физика и астрономия». В процессе обучения применяются цифровые технологии, инновационные методики, 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 24 доктора наук и 117 кандидатов наук. Образовательную деятельность они успешно сочетают с методической и научной работой. За прошедший год было издано 7 монографий и 15 учебников и учебно-методических пособий, опубликовано статей в рецензируемых научных журналах, индексируемых Scopus или Web of Science, – 92, журналах списка ВАК – 74, индексируемых РИНЦ, – 97, защищен 1 патент на изобретение РФ, зарегистрированы 2 ноу-хау. Преподавателями института в 2021 г. были защищены 3 диссертации: 2 кандидатских диссертации, 1 диссертация – реабилитация. Ведется подготовка к защите 15 диссертаций на соискание степени кандидата наук и 2 диссертаций на соискание степени доктора наук.

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.

Большое внимание уделяется исследованию искусственного интеллекта, современных технологий взаимодействия, их анализу и оценке влияния на социальное и экономическое развитие общества, на сохранение духовных и культурных традиций у нынешнего и грядущих поколений. Здесь в фокусе

внимания исследователей находятся процессы интернационализации образования, межкультурной коммуникации, адаптации и интеграции иностранных студентов в отечественную образовательную среду, вопросы формирования личности, её социально-профессионального становления, здорового развития и реализации в обществе и семье.

Многие проводимые институтом научные исследования получают финансовую поддержку научных фондов и организаций. В прошедшем году финансовую поддержку получили проекты:

«Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований отдельными научными группами» (финансирование ИПКОН РАН) (кафедра общей и неорганической химии);

«Разработка метода испытания металла магистральных труб на динамический разрыв в части его металлофизического и материаловедческого сопровождения» (бюджет – 2 млн рублей, по заказу Российского федерального ядерного центра (Все-российский научно-исследовательский институт экспериментальной физики) (кафедра физики).

Кроме того, оргкомитетом Международного математического конгресса–2022 в Санкт-Петербурге была одобрена поданная кафедрой математики заявка на проведение Международной школы молодых учёных «Моделирование и оптимизация сложных систем» (MOCS–2022), соучредителем которой является МИСИС (финансовая поддержка – 300 тыс. руб.).

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 на 35 научных и научно-практических

конференциях, преподаватели кафедры общей и неограниченной химии приняли участие в выставке Mining World–2021, на которой был представлен стенд научно–технологической разработки «Визометрический анализ сортности руды и управление процессами обогащения».

Институт активно развивает и поддерживает научно–образовательную среду. В 2021 году сотрудники института приняли активное участие в организации и проведении:

- школ повышения квалификации для преподавателей (кол–во – 6, кафедра иностранных языков и коммуникативных технологий);
- ежегодной научно–практической конференции Национальной ассоциации преподавателей английского языка «Цифровые изменения в обществе преподавателей английского языка» (кафедра иностранных языков и коммуникативных технологий);
- научной секции «История горной науки и промышленности России в XVIII – начале XXI вв.» в рамках международного симпозиума «Неделя горняка – 2021» (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, А.Н. Печеня, где обсуждаются последние достижения науки, новые методы и подходы в преподавании математики; учебно–научная лаборатория горно–химических процессов, обеспечивающая подготовку магистров, а также кадров высшей квалификации в области процессов переработки горно–химического сырья (кафедра общей и неорганической химии).

В 2021 г. сотрудники института получили ведомственные награды Министерства науки и высшего образования РФ – 3 чел.; благодарность президента РФ за заслуги в научно–педагогической деятельности, подготовке квалифицированных специалистов и многолетнюю добросовестную работу – 1 чел.; награды за научно–инновационные достижения – 3 чел., знаки отличия – 3 чел.

Институт базового образования успешно решает поставленные перед ним задачи, расширяет и укрепляет свои возможности по обучению и воспитанию студентов, с уверенностью смотрит в завтрашний день и строит планы развития.

Контактная информация

Подвойская Наталия Леонидовна, директор института

8 495 638–45–56

ibo@misis.ru

КАФЕДРА ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ И КОММУНИКАТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



Бондарева Лилия Владимировна, заведующая кафедрой, канд. полит. наук., доцент

Научно–исследовательская работа кафедры ведется по широкому кругу вопросов в области интернационализации образования, межкультурной коммуникации, коммуникативных технологий, лингвистики, лингводидактики, информационных технологий в образовательном процессе, когнитивных механизмов процессов восприятия и порождения речи. Кафедра ИЯКТ регулярно 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.

Основные научные направления деятельности

- кросскультурные исследования в области обеспечения эффективности профессиональной коммуникации;
- формирование компетентности преподавателя в контексте интернационализации образования;
- формирование профессиональной компетентности специалиста средствами подготовки по иностранному языку;
- цифровые технологии в обучении;
- разработка аспектов частной теории перевода (тематика НИТУ «МИСИС»);
- реализация модели смешанного обучения в преподавании иностранных языков;
- коммуникативные технологии в наукоемких отраслях.

Кадровый потенциал подразделения

42 кандидатов наук, 6 докторов наук.

Наиболее крупные проекты

- 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;
- организация и проведение шести Школ повышения квалификации для преподавателей: Управление талантами в академической среде (120 ч); Повышение эффективности преподавания иностранного языка с применением цифровых инструментов (72 ч); Результативность и SMART–проектирование курсов в онлайн–среде (72 ч); Навыки 21 века в академическом английском (72 ч); Мультимедийные проекты и цифровая грамотность в обучении английскому языку (72 ч); Цифровая эффективность и личный бренд преподавателя (72 ч);
- организация 26–й ежегодная научно–практической конференции Национальной ассоциации преподавателей английского языка «Цифровые изменения в сообществе преподавателей английского языка» 3–5 июня 2021 г.

Основные научно–технические достижения

- 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 работа по подготовке к защите диссертации на соискание степени кандидата наук 7 преподавателей:

Голова Е.А., Калинина Т.М., Котенко В.В., Лугова А.Н., Никитина М.С., Пушкина Ю.В., Артамонов А.С.

Ведется работа по подготовке к защите диссертации на соискание степени доктора наук 2 преподавателей: Щавелевой Е.Н., Толстых О.М.

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

Основные публикации

1. Бондарева Л.В., Потемкина Т.В., Саулембекова Д.С. Выявление влияния «мягких» навыков на готовность к самостоятельному трудоустройству: опыт самооценки будущих инженеров // Высшее образование в России. № 12, 2021. С. 60–72;
2. Bondareva L.V., Potemkina T.V. Video Games in the Development of Cognitive Skills Relevant for Language Learning: A Systematic Review // Sukhova N.V., Dubrovskaya T., Lobina Y.A. (eds). *Multimodality, Digitalization and Cognitivity in Communication and Pedagogy. Humanities – Arts and Humanities in Progress*, vol 20, 2021. Springer, Cham. – Pp. 73–86;
3. Борунов А.Б. Таксономия как жанро– и циклообразующий паттерн «фандоринского корпуса» Б. Акунина // Научный диалог, № 7, 2021. С. 140–153;
4. Иванова У.Ю. Форсирование развития управленческих структур и процессов изучения экономики в периоды становления экономических доктрин // Вопросы истории, № 8–2, 2021. С. 138–147;
5. Никитина М.С. Влияние культуры и культурных ценностей на национальные варианты испанского языка // Человек: Образ и сущность. Гуманитарные аспекты. М.: ИНИОН РАН, 2021. № 1 (45): Культурное пространство: от нарратива к семиотике. С. 96–104;
6. Письменный англо–русский перевод: учебно–метод. пособие / И.В. Леонова. – М.: Изд. Дом НИТУ. «МИСИС», 2021. – 80 с;
7. Potemkina T.V. Bondareva L.V., Schaveleva E.N., Saulembekova D.S., Le Thi Hue. Identifying difficulties in teaching foreign language speaking in online environment // SHS Web Conf. Volume 127, 2021. International Linguistic Science and Practice Conference “Methods of Teaching Foreign Languages 2.0: Real vs. Virtual” 2021;
8. Салиева Л.К., Борисенко Т.И., Валентей Т.В., Зимица С.В., Луканина М.В., Сухова Н.В., Сыроватская Г.И. Цели в области устойчивого развития: руководство по межъязыковому общению (Sustainable development goals: a guide to interlingual communication). Кн. 1–2. Гриф РИСО, М.: Курс, 2021. – 184 / 208 с;
9. Сухова Н.В. Динамизм и междисциплинарность концептуальной системы Севера (рец. на Chartier D., Zamyatin D., Romanova E., Dobjanskaya O., Lavrenova O. *Géocultures: méthodologies russes sur l’Arctique*. Dir. D. Chartier. Montreal: Imaginaire Nord, coll. “Iceberg”, 2020. – 100 p.) // Этнографическое обозрение, вып. 5, 2021, с. 168–173;
10. Sukhova N.V. Phonetics as an art: real or surreal assessment criteria? // Sukhova N.V., Dubrovskaya T., Lobina Yu.A. (Eds.) *Multimodality, Digitalization and Cognitivity in Communication and Pedagogy. Humanities – Arts and Humanities in Progress*, vol 20, 2021. Springer, Cham. – Pp. 217–242;
11. Shchaveleva E.N., Kuznetsov A.N., Pushkina Yu.V. Teacher Personality as a Factor of Pedagogical Design // Sukhova N.V., Dubrovskaya T., Lobina Y.A. (eds) *Multimodality, Digitalization and Cognitivity in Communication and Pedagogy. Humanities – Arts and Humanities in Progress*, vol 20, 2021. Springer, Cham. – Pp. 203–216.

Основные научно–технические показатели публикации в научных журналах

Количество публикаций: монографий – 3, статей – 104 (в том числе в российских научных журналах из списка ВАК – 31, в научных журналах, индексируе-

мых в базе РИНЦ – 59, индексируемых в базе Web of Science – 8, Scopus – 14), учебных пособия – 4.

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

59 сотрудников кафедры приняли участие в 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.

Награды и премии

Белозерцева Н.В. В составе коллектива ФГБОУИ ВО «Московский государственный гуманитарно-экономический университет» получила благодарность президента РФ за заслуги в научно-педагогической деятельности, подготовке квалифицированных

специалистов и многолетнюю добросовестную работу;

Плотникова А.А. Language Learning/EuroSLA Junior Researcher grant, June 30, 2021.

Контактная информация

Бондарева Лилия Владимировна, заведующая кафедрой

+ 7 495 236 42 63

english@misis.ru

КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ



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

Научно-исследовательская деятельность кафедры направлена на разработку методов решения фундаментальных проблем в различных областях математики. Актуальные задачи функционального анализа, теории дифференциальных уравнений и оптимального управления, математических проблем квантовых технологий, а также применение полученных результатов к анализу процессов различной природы находятся в фокусе исследований сотрудников кафедры. На кафедре работают 11 докторов наук и 20 кандидатов наук; 14 старших преподавателей, 1 ассистент и 2 инженерно-технических работника.

Основные направления деятельности

1. Качественная теория дифференциальных уравнений и математическая теория управления (Бортаковский А.С., д.ф.-м.н., проф.; Давыдов А.А., д.ф.-м.н., проф.; Сурначев М.Д., д.ф.-м.н., PhD, проф.; Беляков А.О., к.ф.-м.н., PhD, доц.);
2. Разработка методов решения задач теории квантовых технологий, динамики открытых квантовых систем, лазерного разделения изотопов и квантовой криптографии (Печень А.Н., д.ф.-м.н., проф., проф. РАН; Трушечкин А.С., д.ф.-м.н., проф.);
3. Арифметическая и алгебраическая геометрия, анализ взаимосвязи между многомерной теорией аделей, многомерной теорией полей классов, алгебраическая K-теория и теория представления дискретных нильпотентных групп (Осипов Д.В., д.ф.-м.н., проф., проф. РАН);
4. Теория хрупкого разрушения материалов в условиях стационарного тепло и массопереноса, поиск критериев такого разрушения (Шевелёв В.В., д.ф.-м.н., проф.);
5. Анализ стохастических моделей различных процессов, включая задачи теплопроводности и диффузии, финансовой математики и др. (Шевелёв В.В., д.ф.-м.н., проф.; Родина Л.И., д.ф.-м.н., проф.; Яськов П.А., к.ф.-м.н., доц.; Максимова О.В., к.т.н., доц.);
6. Гармонический анализ и теорию аппроксимации функций (Ласурия Р.А., д.ф.-м.н., проф.), теорию интегральных преобразований (Яремко Н.Н., д.п.н., проф.).

Основные научно-технические достижения

- в задаче управления двухкубитными квантовыми системами, находящимися под воздействием когерентного и некогерентного управлений рассмотрены случай независимого воздействия когерентного управления на кубиты и случай перемешивания. Построены два типа целевых функций в задаче управления распределенной квантовой системой с близкими спектрами в математической модели разделения изотопов молибдена методом SILARC, исследована зависимость от температуры и давления. Изучены множества достижимости для кубита под воздействием когерентного и некогерентного управлений, получены точные аналитические результаты в модели коррекции ошибок для конечномерных квантовых систем, взаимодействующих с бесконечномерной. Показано отсутствие ловушек в задаче генерации однокубитных квантовых вентилях типа сдвига фазы;
- найдено строгое доказательство стойкости широко используемого метода обманных состояний в квантовой криптографии. В теории открытых квантовых систем выведено универсальное квантовое кинетическое уравнение для режима слабой связи с резервуаром без секулярного приближения, что являлось фундаментальной проблемой в этой области;
- при анализе вариабельности числа согласований в условиях двух коалиций в социальной группе при односторонней уступке показано, что структура коалиции с небольшой уступкой влияет на число согласований: чем эта коалиция однороднее, тем быстрее достигается консенсус. При большой уступке происходит стабилизация этого числа, а первоначальная структура уступающей коалиции теряет свою значимость. При анализ времени достижения консенсуса по правилу «консенсус минус один», при наличии риска блокировки решения одним членом группы, показано, что правило «консенсус минус один» позволяет сократить это время на 76–95 %, что важно при решении практических задач;

- найдены достаточные условия, когда предельное распределение сингулярных чисел случайных матриц с н.о.р. строками обладает свойством универсальности и полностью определяется ковариационной структурой элементов строк матриц в случае, когда размеры матриц растут пропорционально, ковариационная структура элементов матриц моделируется в определенной степени разреженным графом с вершинами – элементами матриц, где вершины соединены ребром, если ковариация соответствующих элементов отлична от нуля, причем, если две пары вершин не соединены никаким ребром, то ковариация произведений элементов 1-ой и 2-ой пары равна нулю. Эти условия сводятся к тому, чтобы максимальная степень вершин была асимптотически пренебрежимо мала по отношению к объему выборки и есть такое доминирующее множество вершин, что максимальное число элементов в шаре радиуса три с центром в вершине этого множества равномерно ограничено. Эти условия являются оптимальными для ряда популярных моделей с частичной зависимостью;
- разработаны и апробированы подходы к оценке воспроизводимости региональных характеристик приземной температуры воздуха в Арктическом регионе России с использованием глобальных климатических моделей, участвующих в проекте взаимного сравнения CMIP5. На основе мультимодели выполнен прогноз на 2022–2050 гг. в условиях сценариев высоких и средних выбросов для выбранного региона;
- построено преобразование Меллина из пространств функций и распределений на свободных абелевых группах ранга 2, снабженных поляризацией, и явно описан образ при этом преобразовании в виде некоторых подпространств и факторпространств прямых сумм двумерных локальных полей, связанных с выбранными фиксированными флагами на комплексном торе. Получена новая двойственность на образах пространств функций и распределений относительно этого преобразования Меллина (совместно с А.Н. Паршиным);
- получены необходимые условия оптимальности управления для моделей переключаемых систем, позволяющие находить оптимальные кусочно–постоянные управления непрерывными системами и минимизировать число переключений. Найдены достаточные условия оптимальности управления группой объектов переменного состава в задаче многоцелевого быстрогодействия, на основе которых разработан алгоритм синтеза. Получены необходимые условия оптимальности гибридных систем переменной размерности;
- для плотности (вещества, энергии, ...) на замкнутом маршруте с динамикой, доставляемой моделью Колмогорова–Петровского–Пискунова–Фишера в дивергентной форме, при отборе плотности циклически движущейся машиной доказано существование допустимой скорости движения машины и подходящего начального распределения плотности, доставляющие максимум среднего временного дохода от отбора с учетом сложности обнаружения и отбора плотности из различных положений машины;
- для различных моделей эксплуатации структурированных популяций показано существование различных оптимальных режимов импульсного отбора в зависимости от имеющихся экологических ограничений на него и от динамики изучаемых популяций;
- для функций на многомерной сфере доказаны обратные теоремы теории приближений в специальных функциональных пространствах. Для кратных тригонометрических рядов Фурье дан анализ скорости сильной аппроксимации в пространствах Никольского.

Полученные результаты опубликованы в ведущих научных журналах, в том числе в 25 статьях в изданиях, индексируемых в Web of Science и/или Scopus, включая статьи в журналах из первых квартилей, доложены на известных международных научных форумах. На кафедре работает научно–методический семинар под руководством академика РАН В.В.Козлова и профессоров А.А.Давыдова, А.Н.Печеня, где обсуждаются последние достижения науки, новые методы и подходы в преподавании математики. Профессор А.Н. Печень активно участвует в работе Оргкомитета Международного конгресса математиков 2022 года в г. Санкт–Петербурге. Международная школа молодых ученых “Моделирование и оптимизация сложных систем” (MOCS 2022), организуемая с участием НИТУ «МИСИС», стала мероприятием–сателлитом к этому конгрессу.

Основные публикации

1. Yu.A. Alkhutov, M.D. Surnachev, Harnack inequality for the elliptic $p(x)$ -Laplacian with a three-Phase exponent $p(x)$, Computational Mathematics and Mathematical Physics, 60, № 8, 1329:1338 (2021), <https://doi.org/10.1134/S0965542520080023> (Q2);

2. Р.А. Ласурия, Обратные теоремы приближения в пространствах $S(p,q)$, Математические заметки, том 110, вып.1, стр. 75, 2021, <https://doi.org/10.4213/mzm13026> (Q2);
3. B.O. Volkov, O.V. Morzhin, A.N. Pechen, Quantum control landscape for ultrafast generation of single-qubit phase shift quantum gates, J. Phys. A, 54:21 (2021), 215303, <https://doi.org/10.1088/1751-8121/abf45d>(Q1);
4. G.G. Amosov, A.S. Mokeev, A.N. Pechen, Noncommutative graphs based on finite– infinite system couplings: Quantum error correction for a qubit coupled to a coherent field, Phys. Rev. A, 103:4 (2021), 042407, <https://doi.org/10.1103/PhysRevA.103.042407>, (Q1);
5. A.O. Belyakov, A.A. Davydov, Optimal Cyclic Harvesting of a Distributed Renewable Resource with Diffusion, Proc. Steklov Inst. Math., 315 (2021), 56–64 (Q2);
6. А.С. Трушечкин, Е.О. Киктенко, Д.А. Кронберг, А.К. Федоров, Стойкость метода обманных состояний в квантовой криптографии, УФН, Т. 191, №1, С. 93–109, <https://doi.org/10.1070/QEL17283> (Q2);
7. Anton Trushechkin, Unified Gorini–Kossakowski–Lindblad–Sudarshan quantum master equation beyond the secular approximation, Physical Review A, Vol. 103, No. 6, P. 062226, 2021, <https://doi.org/10.1103/PhysRevA.103.062226> (Q1);
8. О.В.Максимова, И.З.Аронов, Моделирование достижения консенсуса в условиях доминирования в социальной группе, Компьютерные исследования и моделирование, т. 13, № 5, с. 1067–1078, <https://doi.org/10.20537/2076-7633-2021-13-5-1067-1078> (Q2);
9. J.Rybak, A.Adigamov, С.Kongarsyuryun, M.Khayrutdinov, Y.Tyulyaeva, Renewable-resource technologies in mining and metallurgical enterprises providing environmental safety, Minerals, 2021, 11(10), 1145 (Q2).

Основные научно – технические показатели

- в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 25;
- конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения – 32.

Контактная информация

Давыдов Алексей Александрович, заведующий кафедрой

8(499)2307028

davydov.aa@misis.ru

КАФЕДРА ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ



Пестряк Ирина Васильевна,
и.о. заведующей кафедрой,
д-р техн. наук, доцент

Кафедра общей и неорганической химии имеет основной задачей формирование научных знаний в области химии для обучающихся в университете на различных уровнях подготовки по всем образовательным программам.

Научные разработки кафедры сконцентрированы в области химических процессов добычи и переработки минерального сырья, охраны окружающей среды, производства конструкционных, медицинских и строительных материалов. Основные цели и задачи проводимых научных работ – повышение комплексности использования сырья, повышение эффективности процессов добычи, обогащения руд, переработки техногенных отходов и повышение качества природных и оборотных вод, разработка принципиально новых материалов с уникальными свойствами.

Основные научные направления деятельности

Разработка химических и физико-химических процессов и технологий извлечения 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 обогатительного и металлургического производства, минерализованных природных вод.

Разработка технологий для рециклинга стоков горно-обогатительного и нефтеперерабатывающего производства.

Кадровый потенциал подразделения

На кафедре ОиНХ работают 2 доктора технических наук, 7 кандидатов химических наук, 2 кандидата технических наук.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

В рамках кафедры работает учебно-научная лаборатория горно-химических процессов, предназначенная для выполнения научно-исследовательских работ студентами и исследователями, соискателями. Для оснащения лаборатории оборудованием привлечены средства и оборудование АО МХК «ЕвроХим» и «Института обогащения твердого топлива». Оборудование лаборатории позволяет проводить исследования по направлениям: – исследование руд и продуктов переработки; – очистка и анализ водных сред (реагентов и стоков); – рудоподготовка; – обогащение и переработка руд и отходов; – сорбция и экстракция, электроэкстракция;

Создание специализированной учебно-научной лаборатории горно-химических процессов в рамках

кафедры общей и неорганической химии обеспечило базу для подготовки кадров высшей квалификации в области процессов переработки горно-химического сырья с применением современных химических и физико-химических технологий.

2 сотрудника кафедры принимали участие в выполнении гранта Конкурса 2021 года «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований отдельными научными группами» (финансирование ИПКОН РАН).

Приняли участие в выставке Mining World 2021, на которой был представлен стенд научно-технологической разработки «Визиометрический анализ

сортности руды и управление процессами обогащения». Разработка защищена 3 патентами.

Сотрудники кафедры принимали участие в 9 научных и научно-практических конференциях, из них 7

в России, 1 – в Венгрии, 1 – в Сербии. На этих форумах было представлено 19 докладов. Опубликовано 12 тезисов, 10 из которых представлены в базе РИНЦ.

Основные публикации

- Rogatkina E.Yu. Rodionov A.N., Mazina S.E., Simenel A.A. Synthesis and ultrasound mediated antibacterial activity of ferrocene-triazole-porphyrin derivative // *Journal of Porphyrins and Phthalocyanines*. – 2021. – 25(01): jpp200063;
- Родионов А. Н., Снегур Л. В., Сименел А.А. и др. Природа ферроценилалкилирующего агента в катализируемых кислотой реакциях с ферроценилфенилметанолом // *Известия Академии наук. Серия химическая*. – 2021. (10):7585;
- Izmest'ev A. N., Vinogradov D. B., Kolotyorkina N. G., Kravchenko A. N., Gazieva G. A. Synthesis of functionalized imidazo[4,5-e]thiazolo[3,2-b]triazines by condensation of imidazo[4,5-e]triazinethiones with DMAD or DEAD and rearrangement to imidazo[4,5-e]thiazolo[2,3-c]triazines // *Beilstein J. Org. Chem.* – 2021. – 17. Pp. 1141–1148. IF–2.883 <https://doi.org/10.3762/bjoc.17.87>;
- Izmest'ev A. N., Gazieva G. A., Anikina L. V., Pukhov S. A., Karnoukhova V. A., Kolotyorkina N. G., Kravchenko A. N. Synthesis and evaluation of antiproliferative activity of new hetarylmetylidene derivatives of imidazothiazolotriazinones // *New J. Chem.* – 2021ю – 45(27), Pp. 12271–12285. IF–3.591 <https://doi.org/10.1039/D1NJ02163J>;
- Vinogradova E. E., Gazieva G. A., Izmest'ev A. N., Karnoukhova V. A., Kravchenko A. N. Dimroth-type N/S-interchange of N-aminothioglycolurils in the synthesis of 2-hydrazonoimidazo[4,5-d]thiazolones // *RSC Adv.* – 2021. – 11(45), Pp. 28395–28400. IF–3.361 <https://doi.org/10.1039/D1RA05568B>;
- Двойченкова Г.П., Морозов В.В., Чантурия Е.Л., Коваленко Е.Г. Выбор параметров электрохимического кондиционирования оборотной воды при подготовке алмазосодержащих кимберлитов к пенной сепарации // *Горные науки и технологии*. – 2021. – 6. – 3. – С. 170–180;
- Chanturia, V.A., Morozov, V.V., Dvoichenkova, G.P., Koval'chuk, O.E., Podkamennyi, Y.A. Selecting Luminophore-Bearing Modifying Agents to Adjust Spectral Characteristics of Diamonds // *Journal of Mining Science*. – 2021, – 57(4). – С. 625–633;
- Dvoichenkova, G.P., Morozov, V.V., Verkhoturova, V.A. Improving the Efficiency of Foam Separation of Diamond-Bearing Raw Materials by Using a Combined Collector Based on the Naval Fuel Oil and Activated Oil-Water Emulsions // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2021. – 720(1), 012106;
- Morozov, V.V., Dvoichenkova, G.P., Kovalenko, E.G., Chanturia, E.L., Chernysheva, E.N. The Mechanism and Parameters of Froth Flotation Stimulation for Diamond-Bearing Materials by Thermal and Electrochemical Effects // *Journal of Mining Science*. – 2021. – 57(2), – С. 286–297;
- Morozov V.V., Lodoy D., Ishgen C., Jargalsaikhan E. Application of optical analysis of ore for automated control of the ore beneficiation // *IFAC-papersonline*. – 2021. – 54(1). – С. 1224–1229;
- Чантурия В. А., Морозов В. В., Двойченкова Г. П., Тимофеев А. С. Обоснование состава люминофорсодержащей композиции для модифицирования спектрально-кинетических характеристик алмазов в схемах рентгенолюминесцентной сепарации // *Обогащение руд*. – 2021. – 4. – С. –;
- Morozov, V.V., Chanturia V.A. Dvoichenkova, G.P., Chanturia E.L. Stimulating Modification of Spectral and Kinetic Characteristics of Diamonds by Hydrophobization of Luminophores // *Journal of Mining Science*. – 2021. – 57. – 5, Pp. 821 – 833;
- Морозов В. В., Хурэлчулуун Ишгэн, Дэлгэрбат Лодой. Управление процессами дробления и грохочения с использованием визиометрического анализа руды // *Цветные металлы*, 2021. – 7. – С. 17–23.
- Морозов В.В., Поливанская В.В. Повышение эффективности флотации апатит-штаффелитовых руд с применением режима двухстадийного сгущения шламов // *Руды и металлы*, 2021. – 4. – С.121–131.

Патенты

Чантурия В.А., Морозов В.В., Двойченкова Г.П. и др.
Способ извлечения алмазов из руд и пром-
продуктов. МПК В03В 13/02 (2021.05); В07С
5/342 (2021.05). – Патент РФ. Дата регистрации:
02.09.2021. Опубликовано: 02.09.2021 Бюл. № 25

Публикационная активность преподавателей и
сотрудников кафедры проявилась в журнальных

статьях в представительных изданиях и участии в
научных конференциях. В 2021 г. преподавателя-
ми и сотрудниками кафедры было опубликовано:
15 научных статей, в т.ч.: Scopus и WoS – 13, в россий-
ских журналах из списка ВАК – 1. Зарегистрированы
2 Ноу-Хау. Зарегистрирован 1 патент.

Контактная информация

Пестряк Ирина Васильевна, и.о. заведующей кафедрой

+7 495 638-46-24

pestryak.iv@misis.ru

К-320, Крымский вал, 3. Москва, 119049.

КАФЕДРА СОЦИАЛЬНЫХ НАУК И ТЕХНОЛОГИЙ



Урсул Татьяна Альбертовна,
заведующая кафедрой,
д-р филос. наук, профессор

Научно-исследовательская деятельность кафедры направлена на решение как фундаментальных проблем методологии социального и междисциплинарного научного поиска, так и прикладных вопросов использования социальных технологий в высшем образовании. Цель научного коллектива кафедры – интегрировать социально-гуманитарные знания в динамичную среду изменяющейся технологической реальности и одновременно – создавать и развивать специальные научные направления, развивающие метапредметные, кросскультурные и экзистенциальные навыки студентов, повышающие персональную эффективность и эмоциональный интеллект студентов мышление студентов на основе современных техник и методик.

Основные научные направления деятельности кафедры:

- Проблемы философии и методологии гуманитарного, естественнонаучного и технического знания, общих проблем научных исследований и технологий;
- История и философия науки и техники;
- Философские аспекты искусственного интеллекта и массового общественного сознания;
- Глобальные исследования и глобальный эволюционизм;
- Философия экологии;
- Методология ноосферных исследований;
- Теоретико-методологические проблемы безопасности;
- Проблемы перехода к устойчивому развитию;
- Глобальные изменения в науке и образовании, эволюция моделей образования и образование для устойчивого развития;
- Социологический анализ и социальная реконструкция истории;
- История Второй мировой и Великой Отечественной войн;
- История Московского горного института;
- Методология и методика патриотического воспитания студенческой молодежи;
- Информационные технологии в исторических исследованиях;
- Проблемы психодиагностики и психологической коррекции в студенческой среде;
- Проблема персональной эффективности и эмоционального интеллекта;
- Социальная этика инженера, корпоративная этика, профессиональный и информационный этикет;
- Социологический анализ медиа и контекстов коммуникации;
- Социально ориентированный подход к созданию и развитию образовательных технологий XXI века;
- Формирование ценностей и ценностное ориентирование в современном обществе;
- Прикладные аспекты культурологии, социологии и политологии.

Кадровый потенциал подразделения

21 чел.: Докторов наук: 2 чел., кандидатов наук: 15 чел., специалистов по учебно-методической работе: 2 чел.

Наиболее крупные проекты

- научная секция «История горной науки и промышленности России в XVIII – начале XXI вв.»

(28.01.2021) в рамках международного симпозиума «Неделя горняка – 2021».

Научно–технические достижения

- проанализированы проблемы и риски, связанные с исследованиями и потенциальным внедрением искусственного интеллекта в различные сферы общественной жизни, особенно в сферы образования и безопасности;
- продолжается работа по исследованию проблем визуального искусства (кино, плакаты, СМИ) и отражению в нем работников горной промышленности;
- исследования проблем развития у студентов метапредметных навыков (эмоциональный интеллект, когнитивные навыки, психо–эмоциональная устойчивость) в условиях дистанционного образования и развития систем онлайн–коммуникации в процессе обучения;
- создано методическое обеспечение модуля «Инженерная этика» и игрового подхода в изучении философии;
- проанализированы проблемы визуальной репрезентации историко–культурных образов прошлого (советская женщина–руководитель, «освободительный поход» в Западную Белорусию, советский плакат 1930–х, Ю.А. Гагарин);
- изучены приемы и методы использования образов советской пенитенциарной системе в нацистской пропаганде;
- изучено влияние уровня сформированности эмоционального интеллекта на качество публичных выступлений;
- изучены социально–философские аспекты работ В. Гете, И. Канта, Л.Н. Толстого, К.Э Циолковского, Н.Г. Чернышевского;
- рассмотрены философско–технические аспекты творчества А. Тарковского;
- изучение вклада А.Д. Урсула в развитие отечественной глобалистики.

Основные публикации

1. Naumenko O.A., Sapaev U.H., Skatershchikova A.V., Bekbaev R.R. "Artificial intelligence": philosophical aspects of understanding // WISDOM Scientific Journal – 2021 – 1 (17) – S. 53–64;
2. Panov S.V., Ivashkin S.N. Stanislavsky's method and some conceptual echoes in Russian culture // STANISLAVSKI STUDIES – 2021 – V.9, Issue1. – P.81–89. DOI10.1080/20567790.2020.1860161;
3. Zamaldinova G.N., Novikova I.A., Bychkova P.A. Relations between intercultural competence and aggressiveness as personality traits among university students // INTED2021 Proceedings. 15th International Technology, Education and Development Conference (March 8–9, 2021 – Valencia, Spain). Valencia: IATED, 2021. P.10021–10026. DOI: 10.21125/inted.2021.2095;
4. Zamaldinova G.N., Novikova I.A., Novikov A.N., Nevzorova A. Personality traits and attitude towards digital educational technologies in Russian university students // INTED2021 Proceedings. 15th International Technology, Education and Development Conference (March 8–9, 2021 – Valencia, Spain). Valencia: IATED, 2021. P. 9999–10005. DOI: 10.21125/inted.2021.2087;
5. Грибков И.В. ГУЛАГ в нацистской пропаганде. Сборник материалов. – М.: Сеятель, 2021. 206 с.;
6. Демидова С.А. Профессиональная этика инженера: учебные кейсы: учебное пособие. – М.: Изд. Дом НИТУ «МИСИС», 2021. 122 с.;
7. Кузнецов В.Б. Учись легко! Время Петра Великого: опыт погружения в историю: учеб. пособие. – М.: Изд. Дом НИТУ «МИСИС», 2021. 82 с.;
8. Максименко Е.П. «Марш пятилетки» в зеркале фотомонтажа: опыт исторической интерпретации советских плакатов начала 1930–х гг. (на примере работ Густава Клуциса «Вернем угольный долг стране» и «Реальность нашей программы») // Наука. Общество. Оборона – 2021 – № 2;
9. Максименко Е.П. Советские художники–графики о событиях осени 1939 г. в Западной Беларуси // Назаўжды разам (да 80–годдзя ўз'яднання Заходняй Беларусі з БССР): зб. арт. / Нац. акад. навук Беларусі ; Ін–т гісторыі ; рэдкал.: А. А. Каваленя (старш.) [і інш.] – Мінск: Беларуская навука, 2021. – С.187–196;

10. Науменко О.А. Философия. New generation: учебное пособие. – М.: Изд. Дом НИТУ «МИСИС», 2021, 128 с.;
11. Панов С.В. Хрестоматия по философии. – М.: Эдитус, 2021. 147 с.;
12. Торбург М.Р., Добронравов С.В. Эволюция образа женщины–руководительницы в советском кино // Женщина в российском обществе – 2021 – №3 – С.127–134;
13. Чельшев П.В. Введение в философию: онтология и гносеология. – М.: Эдитус, 2021. 186 с.;
14. Урсул Т.А., Ильин И.В., Чумаков А.Н. У истоков отечественной глобалистики (к 85–летию А.Д. Урсула) // Век глобализации – 2021 – № 3(39) – С. 128–140.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

- публикаций в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 5;
- публикаций в российских научных журналах из списка ВАК – 1;
- монографий – 3;
- премий и наград за научно–инновационные достижения и т.д. – 4;
- конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения – 52

Контактная информация

Урсул Татьяна Альбертовна, заведующая кафедрой

8 (499) 237 65 80

ursul.ta@misis.ru

Л–628

КАФЕДРА ФИЗИКИ



Ушаков Иван Владимирович,
и.о. заведующего кафедрой,
д-р техн. наук, профессор
чл.-корр. РАЕН

Кафедра физики является структурным подразделением Института базового образования Национального исследовательского технологического университета «МИСИС», являющегося одним из ведущих научно – образовательных центров России.

Кафедра физики занимается подготовкой бакалавров и специалистов обучающихся по инженерным специальностям, а также аспирантов обучающихся по направлению «Физика и астрономия». Кафедра физики активно развивает современные технологии обучения. Для проведения занятий привлекаются ведущие ученые, педагоги, представители современного высокотехнологичного производства.

На кафедре физики полностью разработаны и внедрены в учебный процесс адаптивные технологии проведения лабораторных работ по физике. Разработаны четыре адаптивных курса по физическому лабораторному практикуму, на базе электронной образовательной среды

LMS Canvas с применением современных технологий, охватывающие весь изучаемый раздел физики: «Оптика и атомная физика».

Целью образовательного процесса кафедры физики является подготовка студентов различных специальностей к процессу освоения профессиональных знаний в различных областях науки и техники, пониманию физических процессов окружающего мира, адаптации к современным реалиям рынка труда.

На кафедре физики ведется подготовка аспирантов по двум направлениям: 1) 03.06.01 «Физика и астрономия», профиль «Физика конденсированного состояния»; 2) 18.06.01 «Химическая технология», профиль «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ». Подготовка высококвалифицированных научных и педагогических кадров относится к перспективным направлениям работы кафедры физики.

Основные научные направления деятельности

Формирование механических свойств наноструктурных материалов методом селективной лазерной обработки. Упрочнение материала и повышение пластических характеристик основано на взаимодействии лазерного прогрева с микропорами и дефектными областями;

Изготовление труб большого и малого диаметра газо– нефтепромышленности, основанное на аналитической методике расчета остаточных напряжений листовой заготовки при ее изгибе на трубоформовочном прессе и максимальных напряжений в стенке трубы при экспандировании по технологии

JCOE. Методика позволяет не только производить высококачественные изделия, но и диагностировать причины возникновения дефектов;

Специалисты кафедры физики занимаются рядом направлений в области электроэнергетики с применением «зеленых» технологий, оптимизацией энергосистем к требованиям «зеленой» энергетики. Разрабатываются технологии добычи нефти с применением менее токсичных реагентов, сухих смесевых композиций реагентов, снижающих коррозию оборудования и т.д.

Кадровый потенциал подразделения

Докторов наук: 3 чел., кандидатов наук: 20 чел., аспирантов: 8 чел., бакалавров, задействованных в НИР: 1 чел.

2 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Подготовка специалистов высшей квалификации

В 2021 году кандидатская диссертация «Научно-методическое обеспечение оценки водно-миграционной опасности отходов добычи и сжигания

углей» защищена аспирантом кафедры физики Гущиной Т.О.

Эффективность аспирантуры – 100%.

Наиболее крупные проекты

Научно-исследовательская работа по теме: «Разработка метода испытания металла магистральных труб на динамический разрыв в части его металлофизического и материаловедческого сопровождения» с бюджетом 2 млн. рублей по заказу Российского федерального ядерного центра (Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики).

на» с бюджетом 2 млн. рублей по заказу Российского федерального ядерного центра (Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики).

Основные научно-технические достижения подразделения

- экспериментально подтверждена возможность повышения механических свойств локальных областей аморфных и аморфно-нанокристаллических металлических сплавов короткоимпульсной лазерной обработкой без потери свойств всего образца. Результаты исследования опубликованы:

«Directed changing properties of amorphous and nanostructured metal alloys by nanosecond laser impulses» in Collective monograph "Prospective areas of research in science and technologists" International Nobel Information Center Publishing House "Nobelistics";

«Directed changing properties of amorphous and nanostructured metal alloys with help of nanosecond laser impulses» CIS Iron and Steel Review 2021.

- экспериментально подтверждена возможность управления механическими характеристиками многокомпонентных металлических сплавов на основе титана наносекундными лазерными импульсами. Микротвердость локальных участков может достигать увеличения в 3 и более раз по сравнению с обычными методами обработки. Перспектива исследования заключается в замене и/или улучшении способа обработки под названием «лазерный пиннинг». Результаты работы представлены в работах:

Ushakov, I., Simonov, Y. «Formation of surface properties of VT18u titanium alloy by laser pulse treatment» Materials Today: Proceedings, 2019.

Основные публикации

- Ushakov I.V., Safronov I.S./ Directed changing properties of amorphous and nanostructured metal alloys with help of nanosecond laser impulses // CIS Iron and Steel Review, 2021, 22, стр. 77–81 (Q1, IF=0,95);
- Liquid crystals and their application/ Self-Organization Of A2b Type Boron Subphthalocyanine In Floating Layers And Langmuir-Schaefer Films // Казак А.В., Дубинина Т.В., Чаусов Д.Н., Кучеров Р.Н., Холодков И.В., Степанов А.А. 2021, 21(1), 72–80 (Q2, IF=0,56);
- Kozenkov V.M., Belyaev V.V., Chausov D.N. / Thin film polarizers: properties, technologies and main types тонкопленочные поляризаторы: свойства, технологии, основные типы// Liquid crystals and their application.–2021.– 21 (2).– 5–23 (Q2, IF=0,56);
- Shinkin V.N. / Taking into account the curvature of non-contact zone curvature of steel pipe billet at its bending on the pre-forming press with non-asymmetrical rocking arm of tesa 1020 line // Chernye Metally.– 2021.– №9.– с. 41–46 (Q2, IF=0,4);
- Shinkin V.N./ Moment at elastic-plastic bending of steel sheet. Part 1. parabolic approximation of steel's hardening zone // Chernye Metally .–2021.– №3 (Q2, IF=0,4);
- Blokhin D.I., Ivanov P.N., Dudchenko O.L. / Experimental study of thermomechanical effects in water-saturated limestones during their deformation // Journal of Mining Institute 2021.– Vol. 247 .– №1 .–р.3–11 (Q2, IF=0,71);
- D.I. Blokhin, P.N. Ivanov / Experimental study of thermomechanical effects in water-saturated limestones during their deformation // March 2021.– Journal of Mining Institute Vol. 247.– pp.1–10 (Q2, IF=0,71);
- Ivanov P.N., Blokhin D.I., Zakorshmennyy I.M./ Experimental study of change in physical and mechanical properties of anthracite under temperature exposure// Горный информационно-аналитический бюллетень №4 .– 2021.– pp.41–51 (Q2, IF=0,33);
- Blokhin D.I., Kharchenko A.V. / Complex study of acoustoemission and thermomechanical effects in samples of rock salt at their cyclic deformation// Mining informational and analytical bulletin.– 2021.– Vol.(4–1).– pp.129–137. (Q2, IF=0,33);
- Kossovich E.L., Epshtein S.A., Golubeva M.D., et al / On using cyclic nanoindentation technique to assess coals propensity to fine dust formation // Горный информационно-аналитический бюллетень №5 .– 2021.– pp.112–121 (Q2, IF=0,33);

11. Agarkov K.V., Epshtein S.A., Kossovich E.L., et al. / Freeze–thaw conditions effects on coals grain size composition and resistance to breakage // Горный информационно–аналитический бюллетень №6 – 2021.– pp.72–83 (Q2, IF=0,33);
12. Gushchina T.O., Sokolovskaya E.E., Epshtein S.A., Fomenko N.A./ Wastes from coal mining and processing. Methodological approaches to the assessment of their ecological safety and directions for use. Part 4. Criteria for assessing the risks of acid drainage during storage and use of wastes //Горный информационно–аналитический бюллетень 2021.– Т.4.– с.63–84 Импакт фактор 0,271 (Q3, IF=0,33);
13. Kossovich E.L. Development of micro–and nanoindentation methods for assessing the mechanical properties of coals and their propensity to destruction // Gornyi Zhurnal №5 (Q3, IF=0,38);
14. V. L. Shkuratnik, P. V. Nikolenko, P. S. Anufrenkova, and S. A. Epshtein / Failure mechanism of coal under freeze–thaw conditions from the spectrum analysis of ultrasonic scanning data//Journal of Mining Science, Vol. 57, No. 1, 2021 (Q3, IF=0,456);
15. Akopyan N.G., Margaryan A.L., Belyaev V.V., Solomatin A.S., Kumar S., Chausov D.N., Belyaev A.A. Diffraction gratings made from optically anisotropic material with surface microrelief // / JOURNAL OF OPTICAL TECHNOLOGY T.88 (1) с.30–36 (Q3, IF=0,22).

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

- в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 25;
- конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения – 6.

Контактная информация

Ушаков Иван Владимирович, и.о. заведующего кафедрой

8 (499) 230 24 69

ushakov.iv@misis.ru

ЦЕНТР РУССКОГО ЯЗЫКА



Подвойская Наталия Леонидовна, директор центра, канд. полит. наук

Научно–исследовательская работа центра ведется по широкому кругу вопросов в области преподавания русского языка как иностранного / неродного, адаптации иностранных студентов и их интеграции в российскую образовательную среду, а также обучения культуре речи, риторике и языку делового общения российских студентов.

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 повышения квалификации различной направленности;
- разработка концепции студенческого олимпийского движения;
- разработка концепции преподавания речеведческих дисциплин российским студентам;
- внедрение новых технологий и активных методов обучения.

Кадровый потенциал подразделения

5 кандидатов наук.

Наиболее крупные проекты

НИР «Разработка информационно–образовательного модуля «Русский язык и Московведение» учебной программы по повышению профессионального уровня водителей легковых такси (Департамент

транспорта и развития дорожно–транспортной инфраструктуры города Москвы, Институт русского языка им. А. С. Пушкина).

Основные научно–технические достижения

- проведение методических семинаров с преподавателями профильных дисциплин, работающими с иностранными студентами;
- 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);
- реализация программы повышения квалификации для зарубежных партнеров;
- 2 сотрудника центра получили диплом I степени – Победитель Международного конкурса учебно–методических работ преподавателей и учителей образовательных организаций, проводимого по инициативе проекта «Intercllover».

Основные публикации

1. Абрамова К.Е., Верменская Е.А. Лексемы, обозначающие действия медведя в языковой картине диалектов Севера России // Филологический аспект: международный научно–практический журнал. 2021. № 12 (80);

2. Аннушкин В.И, Шаламова Т.В., Штукарева Е.Б. Жанр новогодних поздравительных текстов в социальных сетях // Жанры речи. 2 (30) Год: 2021. С. 144–153;
3. Барсегян К.М. Индивидуальное обучение РКИ с применением технологии обратного дизайна // Динамика языковых и культурных процессов в современной России – Вып.7. Материалы VII конгресса РОПРЯЛ (г. Екатеринбург, 6–9 октября 2021 года). – СПб.: РОПРЯЛ, 2021;
4. Elena A. Vermenskaya, Marina N. Angelova, Irina A. Bondar, Olga N. Goroshko, Elena V. Malyshkina Linguoculturological Representation of the Concept “Master” in Russian and English (научная статья на иностранном языке). // Popkova E.G., Sergi B.S. (eds) Modern Global Economic System: Evolutional Development vs. Revolutionary Leap. ISC 2019. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 198. Springer, Cham. 2021. – 483–490.
5. Karpova S.I., Chirich I.V., Avtsinova G.I., Shtukareva E.B., Ukhina T.V., Gordeeva T.A. Information and communication technologies in education: video games as an effective environment for the development of self-directed learning of students // Webology. 2021. T. 18. № Special Issue. С. 116–128;
6. Тимошенко Т.Е. Из опыта использования электронной образовательной среды в преподавании русского языка как иностранного // Электронная информационно–образовательная среда: современные проблемы и перспективы развития: материалы Всероссийской научно–практической конференции (Нижний Тагил, 26 ноября 2020 г.) / Уральский государственный педагогический университет; ответственный редактор А. С. Аникина. – Электрон, дан. – Нижний Тагил; Екатеринбург: [б. и.], 2021. – 1 CD-ROM. – Текст: электронный;
7. Тимошенко Т.Е. Ошибки иностранных студентов в использовании формул русского речевого этикета // Мировая и российская наука: области развития и инноваций: Сборник научных статей. Ч. VI / Научный ред. д–р пед.наук, проф. Н.А. Шайденко. – М.: Издательство «Перо», 2021. – С. 61–65. [Электронное издание];
8. Тимошенко Т.Е., Шувалов В.Л. Русский язык: из опыта создания пособий по научному стилю речи для иностранных студентов технического вуза // Мировая и российская наука: области развития и инноваций: Сборник научных статей. Ч. IV / Научный ред. д–ра философии, проф. Л.Г. Гачечиладзе. – М.: Издательство «Перо», 2021. – С. 38–41. [Электронное издание];
9. Штукарева Е.Б. Талантизм: новое заимствование в русском языке. // Вестник Московского государственного лингвистического университета. Гуманитарные науки. 2021. № 7 (849). С. 197–207.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

количество публикаций: статей – 9 (в т.ч. публикации в изданиях, входящих в перечень ВАК, – 1; в научных журналах, индексируемых WoS/Scopus, – 2, в базе РИНЦ, – 5);

количество конференций, в которых приняли участие сотрудники центра, – 4;

участие в грантах – 1;

прошли повышение квалификации – 6 чел.

Контактная информация

Подвойская Наталия Леонидовна, директор центра

8 499 230 – 24–52

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

8 499 230-25-28,

mgi@misis.ru

119991, г. Москва, Ленинский проспект, д. 6,

КАФЕДРА БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКОЛОГИИ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА



Коликов Константин Сергеевич, заведующий кафедрой, д-р техн. наук, доцент

Кафедра осуществляет подготовку специалистов по направлению «Горное дело» профиль «Технологическая и экологическая безопасность» и магистров по направлению «Техносферная безопасность» профили «Технологическая безопасность и рациональное природопользование» и «Управление природоохранными инновациями», кроме этого аспирантов по направлениям: «Техносферная безопасность» (профиль «Безопасность горного производства») и «Науки о Земле» (профиль «Инженерная защита окружающей среды»).

Основные направления научной деятельности

Отличительной особенностью является широкий спектр научных исследований, проводимых сотрудниками кафедры. Приоритетным научным направлением кафедры является метанобезопасность уголь-

ных 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; совершенствование нормативной базы по охране труда и промышленной безопасности в угольной промышленности; 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. В прошедшем 2021 г. появилось новое направление, связанное с решением вопросов аэродинамики для условий московского метрополитена. Сотрудники кафедры регулярно привлекаются к расследованию причин аварий на горнодобывающих предприятиях.

Кадровый потенциал подразделения

Заведующий кафедрой, 10 профессоров, 7 доцентов, 5 старших преподавателей.

Из них: 10 докторов наук, 7 кандидатов наук. Заведующий лабораторией и 8 инженеров.

На кафедре обучаются 9 аспирантов.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021г. составил 8,5 млн. руб., к

выполнению которых привлекались студенты 4–6 курсов и аспиранты кафедры.

8,5 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Наиболее крупные проекты

«Разработка усовершенствованной технологии многостадийной дегазационной подготовки высокогазоносных угольных пластов для их интенсивной отработки на шахтах АО «СУЭК-Кузбасс» (Заказчик – АО «СУЭК-Кузбасс»);

«Усовершенствовать технологию дегазационной подготовки угольного пласта скважинами с поверхности для условий перспективных выемочных участков шахты им. С.М. Кирова» (Заказчик – АО «СУЭК-Кузбасс»);

«Расчетное обоснование технических решений по противопожарной защите наземно-надземных участков линии метрополитена с покрытием для защиты от атмосферных осадков для стадии «Проектная документация» по объекту: «Калининско-Солнцевская линия метрополитена от станции метро «Рассказовка» до станции метро «Внуково»» (Заказчик – АО «Метротранс»).

Основные научно–технические достижения

В настоящее время проводится опытно–промышленная апробация технологии гидродинамического воздействия на угольный пласт через скважины, пробуренные с поверхности, для заблаговременной дегазации перспективных выемочных участков шахты им. С.М. Кирова.

Осуществляется промышленное внедрение технологии подземного гидроразрыва разрабатываемых угольных пластов для интенсификации их предварительной дегазации. В результате применения данной технологии по лаве 24–58 средняя метанобильность очистного забоя снижена на 30%, продолжительность остановок добычного оборудования по газовому фактору снизилась на 40%, добыча угля увеличилась на 20%.

Разработаны рекомендации по совершенствованию и области применения предварительной и заблаговременной дегазации с использованием гидродинамического воздействия через скважины с поверхности.

Установлены закономерности возникновения отказов системы управления газовойделением и научно обоснованные предложения по их прогнозированию на основе использования методов предиктивной аналитики.

Разработки сотрудников кафедры вошли в ряд нормативных документов по безопасности при отработке угольных месторождений.

Сотрудники кафедры являются членами рабочих групп Минэнерго РФ и Ростехнадзора по направлениям промышленной безопасности и экологии, членами аттестационной комиссии МЧС России, участвовали в расследовании причин аварий на шахтах «Листвяжная», «Абайская», им. В.И. Ленина.

Аспирант Шевчук С.В. стал победителем XIX всероссийской конференции–конкурса студентов и аспирантов «Актуальные проблемы недропользования» (2021), победитель Всероссийского конкурса «Новая идея» «проводимого под эгидой Минэнерго РФ».

Аспиранта Гусева И. стала победительницей Конкурса научных статей о метане, проведенном Неправительственным экологическим фондом имени В.И. Вернадского.

Студенты Горного института под руководством доц. Стельмахова А.А. заняли 1 и 2 место в открытой Олимпиаде с международным участием по горному делу «Я горный инженер» посвященной 300–летию открытия угля в Донбассе, проведенной Донбасским государственным техническим институтом.

Проф. Батугин А.С. получил диплом иностранного профессора университета Сиань, член редколлегий журнала Coal Engineering (КНР), стал членом Комиссии ISRM по горным ударам Международного общества механики горных пород.

Среднее значение индекса Хирша (Scopus) НПП кафедры в этом году превысил 4.

Основные публикации

1. Сластунов С. В., Мешков А. А., Садов А. П., Хаутиев А. М.–Б., Комиссаров И. А. Апробация технологии гидрорасчленения разрабатываемых угольных пластов через скважины с поверхности на поле шахты им. С. М. Кирова // Горный информационно–аналитический бюллетень. 2021. № 10–1. С. 101–111. DOI: 10.25018/0236_1493_2021_101_0_101;
2. Харионовский А. А., Гришин В. Ю., Коликов К. С., Удалова Н. П. Проблемы использования отходов угледобычи // Горный информационно–аналитический бюллетень. 2021. № 10–1. С. 45–55. DOI: 10.25018/0236_1493_2021_101_0_45;
3. Каледина Н. О., Кобылкин С. С., Кобылкин А. С., Кондрев Р. С., Белецкий Д. Н. Оценка эффективности естественного проветривания метропоста в случае возгорания кабеля с учетом защитных конструкций от климатических осадков // Горный информационно–аналитический бюллетень. 2021. № 10–1. С. 17–28. DOI: 10.25018/0236_1493_2021_101_0_17;
4. Батугин А. С., Шевчук С. В., Шерматова С. С., Головки И. В., Бямбасурэн Зундуйжамц. К вопросу мониторинга геоэкологической опасности при геодинамическом взаимодействии объектов освоения недр // Горный информационно–аналитический бюллетень. 2021. № 10–1. С. 63–73. DOI: 10.25018/0236_1493_2021_101_0_63;
5. Лубенская Н. А., Чмыхалова С. В., Гришин В. Ю. Предпосылки для формирования и развития рынка услуг по рекультивации нарушенных земель // Горный информационно–аналитический бюллетень. 2021. № 10–1. С. 88–100. DOI: 10.25018/0236_1493_2021_101_0_88;
6. Каледина Н. О., Чечель К. Н. Анализ газового баланса выемочного участка в обеспечении аэрологической безопасности // Горный информационно–аналитический бюллетень. 2021. № 10–1. С. 5–16. DOI: 10.25018/0236_1493_2021_101_0_5;

7. Малашкина В. А. Направления снижения эмиссии шахтного метана в атмосферу // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2021. № 10–1. С. 137–145. DOI: 10.25018/0236_1493_2021_101_0_137;
8. Кобылкин С. С., Тимченко А. Н. Классификация систем снижения уровня запыленности рудничной атмосферы тупиковых горных выработок // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2021. № 10–1. С. 112–123. DOI: 10.25018/0236_1493_2021_101_0_112;
9. Сластунов С. В., Понизов А. В., Садов А. П., Хаутиев А. Б.–М. Разработка комплексной технологии многостадийной дегазационной подготовки угольных пластов для их интенсивной разработки // Горный журнал. 2021. №2. с. 101–106. DOI: 10.17580/gzh.2021.02.14;
10. Каледина Н.О., Малашкина В.А. Индикаторная оценка надежности функционирования шахтных вентиляционно-дегазационных систем // Записки Горного института. 2021. Т. 250. С. 1–10. DOI: 10.31897/PMI.2021.4.10;
11. Мясков А.В., Севостьянова В.Е., Шмелев В.С. Наилучшие доступные технологии как эффективное решение для угольных стивидорных компаний // Горный журнал. 2021. № 2. С. 69–76. DOI: 10.17580/gzh.2021.02.09;
12. Баловцев С.В. Сравнительная оценка аэрологических рисков на действующих угольных шахтах // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2021. № 2–1. С. 5–17. DOI: 10.25018/0236-1493-2021-21-0-5-17;
13. Скопинцева О. В., Баловцев С. В. Управление аэрологическими рисками угольных шахт на основе статистических данных системы аэрогазового контроля // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2021. № 1. С. 78–89. DOI: 10.25018/0236-1493-2021-1-0-78-89;
14. Виноградова О.В. Роль персонала в обеспечении безопасности на угледобывающих предприятиях // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2021. № 2–1. С. 64–76. DOI: 10.25018/0236-1493-2021-21-0-64-76;
15. Куликова Е.Ю. Методика интегральной оценки риска в шахтном и подземном строительстве // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2021. № 2–1. С. 124–133. DOI: 10.25018/0236-1493-2021-21-0-124-133.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

Публикаций – 62, в т.ч.:

в российских научных журналах из списка ВАК – 38;

в научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science и Scopus – 49;

количество поддерживаемых патентов на объекты промышленной собственности – 5;

сотрудники кафедры участвовали в 14 международных конференциях с более чем 25 докладами.

Контактная информация

Коликов Константин Сергеевич, заведующий кафедрой

8 (499) 230–25–56

kolikovks@mail.ru

Ленинский пр–т, 6, ауд. Г–503

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 высокопроизводительных 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

1. Разработка вариантов гибких технологий интенсивной отработки шахтных полей с использованием высокопроизводительного оборудования нового технического уровня;
2. Создание комплексов скважиной гидравлической добычи, переработки и транспортировки угля потребителям;
3. Углеэнергетические комплексы для разработки угольных месторождений с получением сверхчистого газового топлива;
4. Разработка ресурсосберегающих и ресурсовоспроизводящих 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.

Кадровый потенциал подразделения

6 профессоров, 6 доцентов, 3 старших преподавателя, 4 ассистента, 1 заведующий лабораторией, 2 учебных мастера, 1 специалист по учебно-методической работе

Из них: 6 – докторов технических наук, 9 – кандидатов технических наук.

На кафедре обучаются 32 аспиранта.

В течение 2021 года на кафедре «Геотехнологии освоения недр» выполнялись 4 научно-исследовательские работы по договорам с промышленным партнёром на общую сумму 22 389 000 рублей:

1. Договор 1674009 «Поинтервальное гидро-воздействие для дегазации пласта из подготавливаемого забоя в условиях поля шахты «Чертинская–Коксовая», заказчик «ММК–уголь» (1 000 000 руб.);
2. Договор 1674015 «Изучение и классификация пород горных рыхлых для производства песка, песчано–гравийной смеси, гравия и щебня для их стандартизации и гостирования» (500 000 руб.);
3. Договор 1674016 «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 консультационные 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.);
4. Договор 1674401 «Обоснование режимов выпуска руды под обрушенными породами для стабилизации показателей извлечения на подземном руднике «Удачный»» с выдачей отчета по НИР», заказчик АК «АЛРОСА» (2 475 000 руб.).

22 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Подготовка специалистов высшей квалификации

1. Горностаев Вадим Сергеевич – диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук на тему: «Обоснование технологических решений по предотвращению взрывов метана и угольной пыли на выемочных участках угольных шахт», специальность: 25.00.22 – «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)». Научный руководитель: проф., докт. техн. наук Мельник В.В.;
2. Харченко Владимир Федорович – диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук на тему: «Повышение эффективности подсистемы взрывоподавления–локализации взрывов как элемента многофункциональной системы безопасности угольной шахты», специальности: 05.26.31 – «Пожарная и промышленная безопасность (в горной промышленности)». Научный руководитель: проф., докт. техн. наук Ефимов В.И.;
3. Бакин Владимир Александрович – диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук на тему: «Обоснование рациональных способов повышения устойчивости подготовительных выработок в условиях высокопроизводительных угольных шахт», специальности: 25.00.22 – «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)». Научный руководитель: проф., докт. техн. наук Мельник В.В.

Основные публикации

1. Melnik V., Grechishkin P., Gornostaev V., Shcherbakov V. Increasing the stability of mine slopes by injection hardening of the near-contour mass. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 20, Interdisciplinary Topics in Mining and Geology. Ser. "XX Conference of PhD Students and Young Scientists" 2021. С. 012013;
2. Мельник В.В., Щербаков В.Н. Способы и рекомендации проведения подготовительных выработок по породам, склонным к пучению. Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2021. № 4. С. 436–443;
3. Агафонов В.В., Оганесян А.С., Ютяев А.Е., Горн Е.В. Сравнительный анализ характеристик разных типов технических средств для реализации ко-
4. Агафонов В.В., Яхеев В.В., Варыгин С.О. Интегральная оценка схем подготовки шахтных и выемочных полей. Уголь. 2021. № 12 (1149). С. 38–40;
5. Мешалкин В.П., Коваленко В.С., Щербакова Г.А., Колесников А.В. Флотационные технологии очистки фильтрационных вод полигонов твердых бытовых отходов. Теоретическая и прикладная экология. 2021. № 4. С. 20–27;
6. Kazakov V.A. Extension of the hydromechanized work season in the far north. Power Technology and Engineering. 2021. №1. С. 82–85;

7. Ефимов В.И., Коваль А.О., Коробова О.С., Ефимова Н.В. Экономический механизм регулирования взаимоотношений между разрезами и аутсорсерами при выполнении БВР. Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2021. № 3. С. 297–306;
 8. Савич О.И., Мельник В.В. Добыча песка в районах Крайнего Севера с формированием скважинных подземных резервуаров. Горный журнал, № 9 (2290), 2021, с. 34–35;
 9. Borevsky B.V., Abramov V.Y., Kazikaev D.M., Savich I.N. Conceptual engineering designs on resumption of mining operations and flooding protection in mir mine. Горный журнал. № 8, 2021. С. 31–35;
 10. Suprun V.I., Voroshilin K.S., Burtsev S.V., Minibaev R.R. Grain-size control in coal and carbonate rock mining. Горный журнал. № 7. С. 61–65;
 11. Алексеев Г.Ф., Ефимов В.И., Мельник В.В., Попов С.М., Ефимова Н.В. Проектирование и аутсорсинг буровзрывных работ при открытом способе добычи полезных ископаемых. Кемерово, 2021;
 12. Мельник В.В., Эссальников А.О. разработка алгоритма поэтапного повышения производительного времени работы подготовительного забоя шахты «Северная» АО «УРГАЛУГОЛЬ». Маркшейдерский вестник. 2021. № 5–6 (144–145). С. 62–67;
 13. Попов С.М., Ефимов В.И., Мясков А.В., Рожков А.А. История зарождения и развития горного дела. Москва, 2021;
 14. Ефимов В.И., Абрамкин Н.И., Ефимова Н.В. Применение безлюдных технологий на открытых горных работах. Устойчивое развитие горных территорий. 2021. Т. 13. № 3 (49). С. 449–456;
 15. Каплунов Д.Р. Комбинированная геотехнология – ответ глобальным вызовам при освоении и сохранении недр. Комбинированная геотехнология: риски и глобальные вызовы при освоении и сохранении недр. 2021. С. 17–18.
- В 2021 году сотрудниками кафедры «Геотехнологии освоения недр» было опубликовано 15 статей в других изданиях.

Монографии

Черных Н.Г., Мельник В.В., Мирошник А.И. Научно-методическое обоснование и реализация системного подхода к повышению технического уровня

подготовки запасов шахтных полей. М.: Изд-во «Горная книга», 2021. –200 с.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

- количество статей в Web of Science и Scopus – 10;
- конференции, в которых принимали участие сотрудники подразделения – XXX – Международный научный симпозиум НЕДЕЛЯ ГОРНЯКА – 2022
- количество сотрудников и аспирантов (включая заочных), защитивших кандидатские диссертации, чел. – 2.

Контактная информация

Мельник Владимир Васильевич, заведующий кафедрой

geoteh@misis.ru

8(499)230-94-66

КАФЕДРА ОБОГАЩЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ



Юшина Татьяна Ивановна,
заведующая кафедрой, канд.
техн. наук, доцент

Научно-исследовательская деятельность кафедры направлена на решение как прикладных задач, так и фундаментальных проблем комплексной глубокой переработки и обогащения минерального сырья природного и техногенного происхождения, основанных на современных методах прогнозной минералого-технологической оценки труднообогатимого минерального сырья; связанных с разработкой новых высокоэффективных, энергосберегающих процессов и технологий рудоподготовки и селективной дезинтеграции тонковкрапленных руд сложного состава; с повышением контрастности технологических свойств минералов на основе применения селективно действующих реагентов и их сочетаний, физико-химических и энергетических воздействий; с созданием новых экологически безопасных технологических процессов переработки труднообогатимого минерального сырья на основе комбинирования традиционных методов обогащения с пиро- и гидрометаллургией.

Основные направления научных работ

- Технологии комплексной оценки технологических свойств минерального сырья и технологический аудит проектов и действующих производств;
- Исследование физико-химии поверхностных явлений и межфазных взаимодействий в процессах флотационного, химического обогащения и биогидрометаллургической переработки минерального сырья природного и техногенного происхождения;
- Применение сочетаний собирателей с различным химическим составом и молекулярной структурой для повышения селективности флотации минерального сырья;
- Исследование и разработка научно-технологических решений, направленных на создание комбинированных технологий глубокого обогащения труднообогатимых руд черных, цветных, редких и благородных металлов, техногенного сырья, основанных на сочетании процессов флотации, гравитации, магнитной и электрической сепарации с гидрометаллургическими;
- Разработка способов и схем переработки техногенных отходов обогатительных и металлургических производств.

Основные научные и технические результаты

- Разработана технология переработки титан-циркониевых песков одного из месторождений РФ;
- Разработана технология гравитационно-флотационного доизвлечения цветных и благородных металлов из лежалых хвостов обогащения медно-никелевых руд Норильского региона;
- Проведены комплексные исследования по определению возможности снижения содержания оксидов щелочных металлов в магнетитовом концентрате (сумма K_2O и Na_2O не более 0,01 %) с применением комплекса современных реагентов. Установлены оптимальные условия отделения алюмосиликатов и кварца от оксидов железа. Предложена технологическая схема и определены оптимальные параметры реагентного режима флотационного дообогащения рядового железорудного концентрата с получением суперконцентрата для бездомной металлургии;
- Проведен комплекс аналитических и технологических исследований по оценке возможности получения железорудного концентрата из хвостов магнитного обогащения железистых кварцитов одного из месторождений Курской магнитной аномалии;
- Проведены комплексные минералого-технологические исследования богатой железной руды Михайловского месторождения, направленные на оценку возможности получения из данного

сырья востребованных новых видов товарной продукции. Предложена оптимизация технологической цепочки переработки богатой руды с максимальным использованием действующего оборудования;

- Исследовано влияние и механизм действия дополнительных реагентов собирателей–пеннообразователей на основе ацетиленовых спиртов при флотации сульфидов. Разработан реагентный флотации медно–молибденовых руд месторождения Эрдэнэтийн–Овоо (Монголия).

Наиболее крупные проекты

1. Проведение лабораторных исследований по разработке технологии получения гравитационного и флотационного концентратов из проб песков Нижнего и Верхнего участков техногенной россыпи р. Щучье». Руководитель – Шехирев Д.В., объем финансирования – 3 500 000 руб. ;
2. «Снижение содержания щелочных компонентов и оксида кремния в перспективном концентрате КДО». Руководитель – Юшина Т.И., объем финансирования – 5 381 582,00 руб.;
3. «Определение возможности получения гематитового концентрата из хвостов текущего производства АО «Михайловский ГОК». Руководитель – Юшина Т. И., объем финансирования – 5 085 072,00 руб.;
4. «Оптимизация и улучшение эффективности технологии переработки богатой гематитовой руды». Руководитель – Юшина Т.И., объем финансирования – 4 306 826 руб.;
5. «Разработка эффективной технологии обогащения лежалых хвостов хвостохранилища №1 НОФ для действующей обогатительной фабрики «Нординвэс». Руководитель – Юшина Т.И., объем финансирования – 5 963 400 руб.;
6. «Изучение механизма взаимодействия сульфгидрильных собирателей разной ионогенности с трудноокисляемыми сульфидами цветных металлов и сопутствующими сульфидами в контролируемых окислительно–восстановительных условиях». Руководитель – Игнаткина В.А., объем финансирования – 1 500 000 руб.;
7. «Тестовые испытания по подбору флотационных реагентов и определение оптимальных параметров работы участка флотационного обогащения для максимального удаления мышьяксодержащих минералов (арсенопирита и леленгита) на оловосодержащей руде месторождения ООО «Правоурмийское». Руководитель – Шехирев Д.В., объем финансирования – 450 000 руб.

26 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

- количество публикаций в научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science и Scopus – 16;
- количество конференций, в которых участвовали сотрудники кафедры – 5.

Основные публикации

1. Nikolaeva, N.V., Aleksandrova, T.N., Chanturiya, E.L., Afanasova, A. Mineral and technological features of magnetite–hematite ores and their influence on the choice of processing technology // ACS Omega, 2021, 6(13), p. 9077–9085;
2. Yushina, T.I., Chanturia, E.L., Dumov, A.M., Myaskov, A.V. Modern trends of technological advancement in iron ore processing // Gornyi Zhurnal, 2021, (11), стр. 75–83;
3. Tyukin, A.P., Yushina, T.I. Determining optimum process parameters for gas–dynamic separation of granular materials// Tsvetnye Metally, 2021, (12), p. 7–13;
4. Chylbak–Ool, E.D., Kruglov, A.V., Dmitrakova, U.V., Yushina T.I. Influence of granulometric composition and characteristics of filtration fabric on dehydration of difficult–to–filter concentrates // Tsvetnye Metally, 2021, 2021(8), p. 20–25;

5. Dmitrakova, U.V., Kruglov, A.V., Chylbakool, E.D., Yushina, T.I. Filtering equipment application practice at russian enterprises // *Obogashchenie Rud*, 2021, 2021(4), p. 52–56;
6. Yushina, T.I., Thuy, N.T., Dumov, A.M., Van Trong, N. Features of material constitution of quartz–feldspar ore from quang nam deposit in Vietnam // *Eurasian Mining*, 2021, 35(1), p. 49–54;
7. Kuskov, V.B., Lvov, V.V., Yushina, T.I. Increasing the recovery ratio of iron ores in the course of preparation and processing // *CIS Iron and Steel Review*, 2021, 21, p. 4–8;
8. Yushina, T.I., Petrov, I.M., Chernyi, S.A., Petrova, A.I. Problems and prospects of waste processing and recycling of production containing rare earth metals // *Non-ferrous Metals*, 2021, 50(1), p. 15–26;
9. Foucaud, Y., Lainé, J., Filippov, L.O., ...Lebègue, S., Badawi, M. Adsorption mechanisms of fatty acids on fluorite unraveled by infrared spectroscopy and first–principles calculations // *Journal of Colloid and Interface Science*, 2021, 583, p. 692–703.

Подготовка кадров высшей квалификации

Выпущено 5 аспирантов по направлению 21.06.01 «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых», квалификация «Исследователь. Преподаватель–исследователь» (Аксенова Дарья Дмитриевна,

Малюфеева Полина Руслановна, Мураитов Дархан Саматович, Нгуен Тху Тхюи, Тупиков Андрей Дмитриевич).

Контактная информация

Юшина Татьяна Ивановна, заведующая кафедрой

8(499) 230–24–46, 8(499) 230–27–15;

Факс +7(499) 230–27–15;

yushina.ti@misis.ru, mineralprocessing@misis.ru

Ленинский проспект, д. 6, ауд. Л–225.

КАФЕДРА СТРОИТЕЛЬСТВО ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ



Панкратенко Александр Никитович, заведующий кафедрой, д-р техн. наук, профессор действительный член Академии горных наук РФ, лауреат премии Правительства РФ в области образования, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, почетный строитель РФ

Кафедра «Строительство подземных сооружений и горных предприятий» (СПСиГП) проводит подготовку специалистов по направлению 21.05.04 «Горное дело», специализация «Шахтное и подземное строительство», магистров по направлению 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль «ВМ-технологии в проектировании и строительстве» и аспирантов по направлению 21.06.01 «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых».

Кафедра СПСиГП имеет 90-летнюю историю и является ведущим специализированным научно-образовательным подразделением России в области освоения подземного пространства. Ее коллектив состоит из ученых и специалистов мирового уровня, включая 3 докторов и 7 кандидатов наук. В подготовке специалистов и выполнении НИР активно участвуют и действующие специалисты крупнейших градостроительного комплекса г. Москвы. Кроме того, ведущие сотрудники кафедры состоят в «Национальном реестре специалистов в области инженерных изысканий и архитектурно-строительного проектирования» НОПРИЗ, а также являются аттестованными экспертами Минстроя России в области экспертизы результатов инженерных изысканий и проектной документации.

В настоящее время осуществляется активная модернизация лабораторного комплекса кафедры с приоритетным развитием следующих секторов:

- отдела цифровых технологий в проектировании и строительстве подземных сооружений;
- лаборатории механики грунтов и физического моделирования;
- лаборатории строительных и новых конструкционных материалов;
- отдела развития и внедрения специальных способов в подземном строительстве;
- отдела мониторинга подземных сооружений.

Конечной целью модернизации является создание на базе кафедры научно-инженерного центра освоения подземного пространства и цифровых технологий в строительстве мирового уровня, выполняющего весь спектр научных исследований по прорывным направлениям.

Наиболее крупные проекты

Кафедра СПСиГП постоянно наращивает объем выполнения хоздоговорных НИР по заказам ведущих отечественных и зарубежных компаний горнодобывающей отрасли: ПАО «ГМК «Норильский Никель», АО «Трансинжстрой», ООО «Тиссен Шахтбау» (Германия), АО «Механобр», ООО «ЭльгаУголь» и др. В 2021 г. он составил около 40 млн. руб.

В рамках выполнения НИР кафедра осуществляет научное сопровождение и мониторинг уникальных подземных объектов горнодобывающей промышленности и Московского метрополитена, в том числе самого глубокого ствола в Евразии – скипо-клетового ствола рудника «Скалистый», разрабатывает новые нормативно-технические документы, а также

разрабатывает эффективные технические и технологические решения для отрасли на основе результатов компьютерного моделирования, шахтных и лабораторных экспериментов и др.

40 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Подготовка специалистов высшей квалификации

К весомым достижениям кафедры в научной сфере можно отнести успешную защиту соискателем кафедры Исаевым Александром Сергеевичем диссертации на тему «Обоснование параметров технологических схем строительства шахтных стволов

механизированными проходческими комплексами», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.22 – «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)».

Основные публикации

1. Pleshko, M.S., Pankratenko, A.N., Pleshko, M.V., Nasonov, A.A. Assessment of stress–strain behavior of shaft lining in bottomhole area during sinking by real–time monitoring and computer modeling data. *Eurasian Mining* 35(1), с. 25–30.
2. Kulikova, E.Yu., Potapova, E.V. Synthesis of managerial decisions to the effect of underground construction safety. *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2022, 2022(2), стр. 62–69.
3. Kulikova, E.Y. Methods of forming an integral risk assessment in mine and underground construction. *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2021, 2(1), стр. 124–133.
4. Kulikova, E.Y. Safety and risk management in underground construction as a complex information process. *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2021, 2(1), стр. 134–143.
5. Potapova, E.V. Typology of metro structures for the tasks of geotechnical risk classification. *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2021, 6(1), стр. 52–60.
6. Potapova, E.V. Methodology for assessing geotechnical risks for metro facilities using the big data resource. *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2021, 2(1), стр. 164–173.
7. Potapova, E.V. Prospects for the big data information resource in geotechnical risks control during the metro facilities construction. *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2021, 2(1), стр. 155–163.
8. Кириенко Ю. А. Расчет крепи сопряжений стволов в породах, склонных к ползучести. *Горный информационно–аналитический бюллетень*. – 2021. – № 8. – С. 142–153. DOI: 10.25018/0236.
9. Local Similarity Theory of Convective Turbulent Layer Using “Spectral” Prandtl Mixing Length and Second Moment of Vertical Velocity. October 2020, 101–118 pages.

Контактная информация

Панкратенко Александр Никитович, заведующий кафедрой

8 (499) 230–72–96, 8 (499) 230–24–57

sps@misis.ru

Ленинский проспект, д. 6, Г–526

КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ГЕОКОНТРОЛЯ



Винников Владимир Александрович, заведующий кафедрой, д-р физ.-мат. наук

Научно-исследовательская деятельность кафедры направлена на решение фундаментальных и прикладных задач горного дела на основе использования достижений в области физико-математических наук, экспериментальных и теоретических исследований в области физики горных пород и процессов горного производства. Выполнение научных работ ориентировано на исследование геомеханических процессов в породных массивах, разрушение горных пород при добыче и переработке полезных ископаемых, комплексное использование минерального сырья, разработку активных и пассивных акустических методов контроля структуры, свойств и состояния горных пород.

Объекты исследований – природные и техногенные процессы различной физической природы в горных породах и массивах горных пород.

Задачи исследований

- повышение качества и надежности информационного обеспечения горных работ и строительства подземных сооружений на различных масштабных уровнях;
- совершенствование методик определения физических свойств горных пород и минералов;
- обоснование геомеханической устойчивости подземных выработок и сооружений на открытых и подземных работах. в том числе предотвращение опасных горно-геологических явлений (выбросы и взрывы угля и газа, горные удары);
- снижение энергоемкости процессов добычи и переработки полезных ископаемых;
- комплексное использование сырья при добыче и переработке полезных ископаемых;
- совершенствование методов и средств взрывного разрушения горных пород и обеспечение его экологической и технологической безопасности.

Основные научные направления деятельности

1. Определение физических свойств горных пород и минералов;
2. Геомеханические процессы в породных массивах при разработке полезных ископаемых;
3. Процессы разрушения, дробления и измельчения горных пород;
4. Управление и целенаправленное изменение свойств горных пород различными физическими полями;
5. Комплексное использование минерального сырья;
6. Лазерно-ультразвуковая диагностика структуры и свойств геоматериалов;
7. Исследования эффектов памяти различной физической природы в горных породах и разработках на этой основе методов контроля напряженно-деформированного состояния массивов;
8. Разработка методов геоконтроля на основе термостимулированной акустической эмиссии;
9. Исследования эффектов памяти в композиционных материалах и их использование для целей геоконтроля;
10. Разработка новых, безопасных технологий взрывных работ;
11. Разработка новых типов взрывчатых веществ и средств инициирования;
12. Исследование взрывных характеристик взрывчатых материалов;
13. Определение безопасных параметров взрывных работ при использовании различных типов ВВ.

Кадровый потенциал подразделения

1 заведующий кафедрой, 5 профессоров, 10 доцентов, 4 старших преподавателя, 2 ассистента, 6 человек учебно-вспомогательного персонала.

Из них: 1 доктор физико-математических наук, 5 докторов технических наук, 12 кандидатов технических наук.

На кафедре обучаются 30 аспирантов.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ

В 2020 году кафедрой велась работа по трем грантам РНФ и одному гранту РФФИ на общую сумму 6,2 млн. руб., а также были выполнены хозяйственные темы на 7,5 млн. руб.

13 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Основные публикации

1. Umarov, F.Ya., Nutfulloev, G.S., Belin, V.A., Nazarov, Z.S. Innovative technology of directional blasting using shaped charges. (2021) Gornyi Zhurnal, 2021 (5), pp. 63–68. DOI: 10.17580/gzh.2021.05.06;
2. Belin, V.A., Mollova, Z.G. Influence of the type of donor charges on the detonation rate of low-sensitivity explosives. (2021) Sustainable Development of Mountain Territories, 13 (1), pp. 112–118. DOI: 10.21177/1998–4502–2021–13–1–112–118;
3. Vysotin, N.G. The specific non-linear elastic hysteresis of rocks under cyclic uniaxial tension (2021) Mining Informational and Analytical Bulletin, 2021 (4), pp. 148–157. DOI: 10.25018/0236_1493_2021_41_0_148;
4. Eremenko, V.A., Kosyreva, M.A., Vysotin, N.G., Khazhy-Ylai, C.V. Geomechanical justification of room-and-pillar dimensions for rock salt and polymineral salt mining (2021) Gornyi Zhurnal, 2021 (1), pp. 37–43. DOI: 10.17580/gzh.2021.01.07;
5. Nikolenko, P.V., Epshtein, S.A., Shkuratnik, V.L., Anufrenkova, P.S. Experimental study of coal fracture dynamics under the influence of cyclic freezing-thawing using shear elastic waves (2021) International Journal of Coal Science and Technology, 8 (4), pp. 562–574. DOI: 10.1007/s40789–020–00352–x;
6. Shkuratnik, V.L., Nikolenko, P.V., Anufrenkova, P.S., Epshtein, S.A. FAILURE MECHANISM OF COAL UNDER FREEZE–THAW CONDITIONS FROM THE SPECTRUM ANALYSIS OF ULTRASONIC SCANNING DATA (2021) Journal of Mining Science, 57 (1), . DOI: 10.1134/S1062739121010014;
7. Petelin, A.L., Lepkova, T.L., Novikova, E.A., Novikov, A.A. BUILDING STATIONARY GAS EMISSIONS CONCENTRATION FIELDS IN THE AREAS IMPACTED BY NON-FERROUS METALS PRODUCERS (2021) Tsvetnye Metally, (12), pp. 24–29. DOI: 10.17580/tsm.2021.12.03;
8. Kossovich, E.L. Development of micro-and nanoindentation methods for assessing the mechanical properties of coals and their propensity to destruction (2021) Gornyi Zhurnal, 2021 (5), pp. 48–53. DOI: 10.17580/gzh.2021.05.03;
9. Kossovich, E.L., Epshtein, S.A., Golubeva, M.D., Krasilova, V.A. On using cyclic nanoindentation technique to assess coals propensity to fine dust formation (2021) Mining Informational and Analytical Bulletin, (5), pp. 112–121. DOI: 10.25018/0236_1493_2021_5_0_112;
10. Eremenko, V.A., Galchenko, Y.P., Lipnitskiy, N.A., Umarov, A.R. Frame mine structure for underground mining of thick ore bodies (2021) Gornyi Zhurnal, 2021 (9), pp. 11–18. DOI: 10.17580/gzh.2021.09.02;
11. Galchenko, Y.P., Eremenko, V.A. Evolution of secondary stress field during underground mining of thick ore bodies (2021) Eurasian Mining, 35 (1), pp. 21–24. DOI: 10.17580/em.2021.01.04;
12. Ivanov, I.A., Dub, V.S., Karabutov, A.A., Cherepetskaya, E.B., Bychkov, A.S., Kudinov, I.A., Gapeev, A.A., Krivilyov, M.D., Simakov, N.N., Gruzd, S.A., Lomaev, S.L., Dremov, V.V., Chirkov, P.V., Kichigin, R.M., Karavaev, A.V., Anufriev, M.Y., Kuper, K.E. Effect of laser-induced ultrasound treatment on material structure in laser surface treatment for selective laser melting applications (2021) Scientific Reports, 11 (1) . DOI: 10.1038/s41598–021–02895–8;

13. Rumiantsev, B.V., Mareev, E.I., Bychkov, A.S., Karabutov, A.A., Cherepetskaya, E.B., Makarov, V.A., Potemkin, F.V. Three-dimensional hybrid optoacoustic imaging of the laser-induced plasma and deposited energy density under optical breakdown in water (2021) Applied Physics Letters, 118 (1) DOI:10.1063/5.0032513;
14. Shibaev, I.A., Belov, O.D., Sas I.E. Determination of dynamic and static elasticity modules of granite samples (2021) Mining Informational and Analytical Bulletin, 2021 (4-1), pp. 5-15. DOI: 10.25018/0236_1493_2021_41_0_5;
15. Shibaev, I.A., Bychkov, A.S. Justification of shear wave generation using laser ultrasound in the mode of echo pulses in geomaterial (2021) Mining Informational and Analytical Bulletin, 2021 (4-1), pp. 108-117. DOI: 10.25018/0236_1493_2021_41_0_108.

Научные достижения студентов и аспирантов

1. Аспирантский грант (РФФИ) – Пашкин А.Н., АГР-РПИ-18-ФизГео;
2. Золотая медаль за изобретение «Способ ультразвукового исследования твёрдых материалов и устройство для его осуществления, патент РФ № 2725107» в Международной выставке интеллектуальной собственности, изобретений, инноваций и технологий IPITeX в Бангкоке (Таиланд). 2021– Иванов П.Н., АГРРПИ-19–ФизГео;
3. Золотая медаль «За лучшую разработку» «Способ ультразвукового исследования твердых материалов и устройство для его осуществления» (Московский Международный Салон изобретений и инновационных технологий «Архимед» 23.03.2021–26.03.2021 (г. Москва) – Иванов П.Н., АГРРПИ-19–ФизГео;
4. Стипендия Президента (Приоритетные) РФ и Правительства РФ аспирантам;
5. Диплом победителя в XIX Всероссийской конференции-конкурсе студентов и аспирантов «Актуальные проблемы недропользования» 12.04.2021–16.04.2021 (г. Санкт-Петербург);
6. Всероссийский конкурс выпускных квалификационных работ, диплом I степени – Горбунов А.А., диплом II степени – Круглов Д.Ю., диплом III степени – Арнаут К.И.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

- статей в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus – 34;
- статей в рецензируемых журналах – 48, в том числе включенных в перечень ВАК – 40;
- объектов интеллектуальной собственности – 18, из которых 16 защищены патентами РФ;
- выступлений на конференциях с устными докладами, в том числе международных – 32;
- количество сотрудников и аспирантов, защитивших кандидатские диссертации – 1.

Контактная информация

Винников Владимир Александрович, заведующий кафедрой
8(499) 230-25-70, 8(499) 230-25-93, 8(499) 230-25-67
fizgeo@misis.ru, fgpip@inbox.ru

КАФЕДРА ЭНЕРГЕТИКИ И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



Ляхомский Александр Валентинович, заведующий кафедрой, д-р техн.наук, профессор

Научно-исследовательская деятельность кафедры направлена на решение научно-технических и практических задач по повышению эффективности функционирования электротехнических и энерготехнологических комплексов предприятия горной промышленности на основе: системного управления энергетическими ресурсами; обоснования и разработки рациональных систем электроснабжения и электропривода; энергосбережения и повышения энергоэффективности.

Основные направления научных работ кафедры

- Исследование энергоинформационных моделей с обоснованием и разработкой генетических алгоритмов повышения энергоэффективности предприятий минерально-сырьевого комплекса;
- Исследование режимов электропотребления с установлением энерготехнологических моделей для: совершенствования расчетов электрических нагрузок; анализа (аудита) электропотребления и разработки мероприятий по энергосбережению и повышению энергоэффективности; управления повышением энергоэффективности;
- Исследования и разработка энергоресурсосберегающих электроприводов горных машин и механизмов;
- Исследование и повышение уровня функционирования электрических сетей электроустановок горных предприятий;
- Исследование условий и обеспечение безопасности эксплуатации электротехнических систем предприятий;
- Разработка алгоритмов и формирование интеллектуальных систем проектирования электротехнических комплексов горных предприятий;
- Моделирование режимов и прогнозирование электропотребления предприятий минерально-сырьевого комплекса.

Кадровый потенциал подразделения

6 профессоров, 7 доцентов, 3 старших преподавателя, 2 ассистента, 3 учебных мастера

Из них: 5 докторов технических наук, 9 кандидатов технических наук.

На кафедре обучаются 8 аспирантов.

Основные научные и технические результаты

Разработаны, внедрены и сертифицированы системы энергетического менеджмента на 7-ми предприятиях в 2-х региональных объединениях «Сибирской угольной энергетической компании»;

Модернизирован и внедрен на предприятиях и в организациях АО «СУЭК-Красноярск», ООО «СУЭК-Хакасия», АО «Ургалуголь» программно-аналитический комплекс по управлению энергетическими ресурсами.

Основные научно–технические достижения подразделения

Разработка Web–версии программно–аналитического комплекса по управлению энергетическими ресурсами, являющегося инструментарием систем энергоменеджмента, обеспечивающий перевод повышения энергоэффективности на инновационный сценарий.

200 тыс. руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Основные публикации

1. Ляхомский А., Петроченков А., Перфильева Е., Кутепов А. Regarding Informational Model of Energy Management Systems, Applied Sciences (Switzerland). – 2021. – Vol.11(9). – 4149. DOI:10.3390/app11094149;
2. Ляхомский А., Перфильева Е., Кутепов А. Анализ деятельности организаций угольной отрасли по обеспечению повышения энергоэффективности. Уголь, 4 (1141), 2021, С. 32–36;
3. Ляхомский А.В., Герасимов А.И., Перфильева Е.Н. Моделирование режимов однофазных замыканий на землю в электрических сетях напряжением 6 кв открытых горных работ. Горный информационно–аналитический бюллетень (научно–технический журнал). 2021. № 2. С.164–178;
4. Плащанский Л.А. Условия возникновения резонансных явлений в системе подземного электроснабжения выемочных участков угольных шахт. Горный журнал. 2021. №9 DOI: 10.17580/gzh.2021.09.12
5. Карпенко С.М. Оценка влияния инновационно-цифровой трансформации угольной отрасли России на рынки труда горнопромышленных территорий. Горный информационно–аналитический бюллетень. Депонированная рукопись №1242/07–21 от 12.05.2021г., 11 стр.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

- количество публикаций: монографий – 1; статей – 46, в том числе: в российских научных журналах из списка ВАК – 22, в научных журналах, индексируемых в базе данных Scopus – 11;
- количество объектов интеллектуальной собственности – 1;
- защита докторской диссертации –1;
- защита кандидатской диссертации –1.

Контактная информация

Ляхомский Александр Валентинович, заведующий кафедрой
8 (499) 230–24–27;
mggu.eegr@mail.ru

НАУЧНО–УЧЕБНАЯ ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «ФИЗИКО–ХИМИИ УГЛЕЙ»



Эпштейн Светлана Абрамовна,
заведующая лабораторией,
д-р техн. наук, с.н.с.
председатель ТК 179

Научно–исследовательская деятельность НИИЛ «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 иденти-

фикации 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

- 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 и их склонности к образованию микро– и наноразмерной пыли;
- Разработка технических решений по предотвращению пылеобразования и 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

1 – ведущий научный сотрудник; 1 – старший научный сотрудник; 1 – научный сотрудник, 1 – младший научный сотрудник; 5 – ведущих экспертов научного проекта; 5 – ведущих инженеров научного проекта; 5 – инженеров научного проекта, из них:

1 доктор технических наук, 1 доктор химических наук, 1 кандидат физико–математических наук (PhD, прикладная математика), 9 кандидатов технических наук, 1 кандидат химических наук, 2 – аспиранта, 1 – студент.

Общий объем финансирования научно–исследовательских работ

Всего выполнено 14 работ. Заказчики: Министерство энергетики РФ, Российский научный фонд, Рос-

сийский фонд фундаментальных исследований, АО «СУЭК», Федеральное агентство по техническому

регулированию и метрологии, ФГУП «Стандартинформ», АО «УК «Кузбассразрезуголь» и другие государственные и коммерческие организации.

25,6 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Наиболее крупные проекты

- Выполнение работ по разработке и подготовке к утверждению стандартов в области твердого минерального топлива (заказчик – Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии), 2021–2022 г.;
- Научное обоснование и разработка концепции гармонизации классификаций углей, предназначенных для оценки геологических запасов, налогообложения, статистической и финансовой отчетности, государственной контрактации продукции, биржевой торговли, тарификации перевозок и таможенного декларирования (заказчик – Министерство энергетики РФ), 2020 – 2021 г.;
- Образование нано- и микроразмерной пыли при техногенных и природных воздействиях на угли разных генетических типов (заказчик – Российский научный фонд), 2018 – 2022 гг.;
- Изучение влияния криогенного выветривания на качество углей при их добыче, транспортировке и хранении в условиях Крайнего Севера (заказчик – Российский фонд фундаментальных исследований), 2018 – 2021 гг.;
- Исследование эффективности химических реагентов, используемых для снижения смерзаемости и содержания пыли в товарной продукции АО «УК «Кузбассразрезуголь» (заказчик – АО «УК «Кузбассразрезуголь»), 2020–2021, 2021–2022 гг.

Основные научно-технические достижения

1. Разработаны научно обоснованные предложения по последовательному изменению действующих нормативных документов в области классификаций углей (в том числе государственных и межгосударственных стандартов, общероссийских и отраслевых классификаторов) для оценки геологических запасов, налогообложения, статистической и финансовой отчетности, государственной контрактации продукции, биржевой торговли, тарификации перевозок и таможенного декларирования. Предложены новые показатели и критерии для классификаций углей как объектов НДС и для изменения общероссийских и отраслевых классификаторов товарной угольной продукции;
2. Разработаны научно обоснованные предложения по созданию российских брендов угольной продукции по основным направлениям ее использования. Предложены новые подходы к формированию наименования угольной продукции, перечня показателей по основным направлениям использования и области применения разрабатываемых нормативных документов на угольную продукцию;
3. Разработаны первые редакции 17 национальных стандартов в области твердого минерального топлива;
4. Разработана и подготовлена к аттестации Методика измерений гранулометрического состава угольной пыли методом лазерной дифракции;
5. Разработана методика определения водорастворимых форм макро- и микроэлементов в отходах добычи и сжигания углей;
6. Разработана методика определения мобильных форм макро- и микроэлементов из отходов добычи и сжигания углей;
7. Разработана методика оценки риска образования кислых дренажных вод из отходов добычи и сжигания углей, основанная на определении потенциала нейтрализации отходов;
8. Разработаны методические рекомендации по оценке и прогнозу влияния криогенных воздействий на показатели качества углей при их добыче, хранении и транспортировке в условиях Крайнего Севера.

Подготовка специалистов высшей квалификации

В 2021 г. сотрудник подразделения успешно освоил программу научно-педагогических кадров в аспирантуре с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь» и защитил

диссертацию на соискание кандидата технических наук по специальности 25.00.36 «Геоэкология (горно-перерабатывающая промышленность)».

Основные публикации

- Gushchina T.O., Sokolovskaya E.E., Jie H., Epshtein S.A. Development of a domestic methodology for assessing the risks of acid effluent formation during storage and use of wastes from coal mining and processing. *Gornyi Zhurnal*, 2021, 2021(2), стр. 107–113;
- Gushchina T.O., Sokolovskaya E.E., Epshtein S.A., Fomenko N.A. Wastes from coal mining and processing. Methodological approaches to the assessment of their ecological safety and directions for use. Part 4. Criteria for assessing the risks of acid drainage during storage and use of wastes. *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2021, 2021(4), стр. 69–84;
- Kossovich E.L., Epshtein S.A., Golubeva M.D., Krasilova V.A. On using cyclic nanoindentation technique to assess coals propensity to fine dust formation. *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2021, (5), стр. 112–121;
- Shkuratnik V.L., Nikolenko P.V., Anufrenkova P.S., Epshtein S.A. FAILURE MECHANISM OF COAL UNDER FREEZE–THAW CONDITIONS FROM THE SPECTRUM ANALYSIS OF ULTRASONIC SCANNING DATA. *Journal of Mining Science*, 2021, 57(1);
- Agarkov K.V., Epshtein S.A., Kossovich E.L., Dobryakova N.N. Freeze–thaw conditions effects on coals grain size composition and resistance to breakage. *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2021, 2021(6), стр. 72–83;
- Nikolenko P.V., Epshtein S.A., Shkuratnik V.L., Anufrenkova P.S. Experimental study of coal fracture dynamics under the influence of cyclic freezing–thawing using shear elastic waves. *International Journal of Coal Science and Technology*, 2021, 8(4), стр. 562–574. 1–й квартиль Scopus;
- Kossovich E.L. Development of micro– and nanoindentation methods for assessing the mechanical properties of coals and their propensity to destruction. *Gornyi Zhurnal*, 2021, 2021(5), стр. 48–53.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

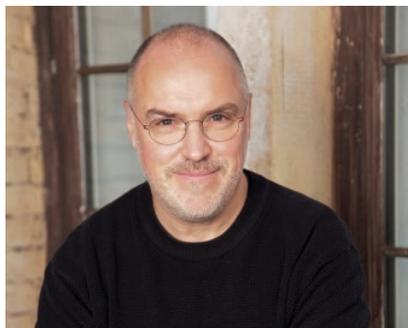
- статей – 7, в том числе в российских научных журналах из списка ВАК – 7, в научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science и Scopus – 7, из них 2 в журналах 1 и 2 квартиля по Scopus;
- конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения – 2;
- количество защищенных кандидатских диссертаций – 1;
- количество национальных стандартов – 17;
- аттестованная методика – 1;
- ДПО – 4.

Контактная информация

Эпштейн Светлана Абрамовна, заведующая лабораторией
apshtein@yandex.ru

VII. НАУЧНЫЙ КОМПЛЕКС

ИНЖИНИРИНГОВЫЙ ЦЕНТР БАСТРОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ ВЫСОКОЙ СЛОЖНОСТИ



Пирожков Владимир Вячеславович, директор центра почетный член-корреспондент российской академии художеств (с 2004 года)

Инжиниринговый центр быстрого промышленного прототипирования высокой сложности (ИЦ ПВС) на базе НИТУ «МИСИС», оснащен комплексом высокоточного технологического оборудования для проектирования и полного цикла изготовления сложных функциональных прототипов и малых серий изделий для ведущих отечественных и зарубежных государственных и частных заказчиков. Мощная материальная, высокотехнологичная база для проектирования и изготовления промышленных прототипов высокой сложности с применением промышленного дизайна и инжиниринга конкурентоспособного международного уровня, в том числе с применением широкого спектра новых и перспективных материалов, аддитивных технологий и композитных решений. Цель – развитие инновационной сферы реального сектора экономики, решение задач импортозамещения.

Основное научное направление деятельности ИЦ ПВС: транспортные и космические системы, технология механической обработки, аддитивные технологии.

Организационная структура

- Проектный отдел;
- Отдел аддитивных технологий и литья;
- Производственный отдел.

Персонал проектного отдела обладает высокими компетенциями инжиниринга, программирования, разработки конструкторской документации.

Персонал отдела аддитивных технологий и литья представляет наиболее развивающуюся производственную отрасль. Высокая подготовленность специалистов позволяет выполнять различные работы с использованием технологии послойного лазерного сплавления порошковых металлов (Selective Laser Melting), лазерной стереолитографии (Laser Stereolithography), литья в силикон.

Персонал производственного отдела обладает высокими техническими знаниями и навыками, что позволяет быстро и качественно выполнять различные производственные операции с использова-

нием производственного оборудования, а именно: раскрой материала, фрезерные, токарные, механические операции, лакокрасочные работы, постобработка.

Компетенции сотрудников ИЦ ПВС позволяют выполнить полный производственный цикл изделия любой сложности от дизайн-проекта до промышленного образца.

Сотрудники ИЦ ПВС имеют профильное образование и повышают квалификацию в соответствии с производственной необходимостью.

9 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Наиболее крупные проекты

«Фрагмент пассажирского одноэтажного вагона локомотивной тяги (ВЛТ) открытого типа с индивидуальными жилыми модулями Р-14203 «Ёлочка».



Рисунок 17 – Фрагмента пассажирского одноэтажного вагона

Основные научно–технические достижения

Изготовление инновационного фрагмента пассажирского одноэтажного вагона локомотивной тяги

(ВЛТ) открытого типа с индивидуальными жилыми модулями Р–14203 «Ёлочка» (рисунок 17).

Контактная информация

Лукашова Елизавета Михайловна, начальник административного отдела

8(910)470–67–75

kinetica@misis.ru

scherbina.ao@misis.ru

Ленинский проспект, дом 4, строение 1, стилобат

ЛАБОРАТОРИЯ «БИМЕДИЦИНСКИЕ 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». Деятельность лаборатории направлена на развитие и реализацию новых подходов к синтезу функциональных магнитных наноматериалов биомедицинского назначения.

Научно-исследовательская деятельность лаборатории направлена на развитие и реализацию новых подходов к синтезу бифункциональных магнитных наноматериалов, установление закономерностей структура/строение – магнитные свойства, с целью обоснования их применения для биомедицинских приложений. Предполагается создание модели препаратов для лечения рака различной этиологии, модифицированных инновационными противоопухолевыми препаратами. Одной из задач деятельности лаборатории является получение

и коммерциализация серии адресных контрастных агентов для МРТ диагностики онкологических патологий. 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 физико-химических свойств. Впервые на базе

НИТУ «МИСИС» созданы условия для биологических исследований наногибридных материалов.

Исследования лаборатории носят международный характер, ведется активное сотрудничество с Ноттингемским университетом (Великобритания), Центром наномедицины и доставки лекарств медицинского центра университета Небраски (США), Университетом штата Северная Каролина (США), Массачусетским институтом технологии (MIT, США), Университетом Дуйсбург–Эссен (Германия).

Основные направления научных работ

Разработка методов получения магнитных наночастиц различного размера и морфологии, в том числе:

- химический синтез магнитных наночастиц в органических растворителях;
- химический синтез магнитных наночастиц в неорганических растворителях;
- разработка методов покрытия 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/форматоксичность;
- 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.

Исследование магнитных наночастиц, содержащих векторные фрагменты для использования в качестве контрастных агентов в МРТ.

Магнито-жидкостная гипертермия (МЖГ) рака различной этиологии

Физико-химическое исследование магнитных наноматериалов, в том числе:

- структурный анализ и изучение физических свойств;
- измерение статистических и динамических характеристик магнитных материалов;
- исследование коллоидной стабильности наночастиц;
- In vivo исследования магнитных наноматериалов;
- интравитальная микроскопия.

Кадровый потенциал подразделения

В лаборатории работает 5 кандидатов наук, семь аспирантов и двадцать студентов, из них: 3 кандидата химических наук, 3 кандидата биологических наук.

Научно-исследовательская деятельность лаборатории «Биомедицинские наноматериалы» под-держана грантом в целях реализации Программы повышения конкурентоспособности НИТУ «МИСИС» среди ведущих мировых научно-образовательных центров в рамках Соглашения №02.А03.21.004 меж-

ду Министерством образования и науки Российской Федерации и федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», отобран-ным по результатам конкурса на предоставление государственной поддержки ведущим университе-там 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 Министер-ства образования и науки РФ в рамках, а также Рос-сийского Фонда Фундаментальных Исследований

1. ФЦП № 14.578.21.0201 «Разработка платфор-менной технологии доставки терапевтических миРНК в печень»;
2. ФЦП № 14.575.21.0147 «Разработка технологии персонализированной оценки и прогнозирова-ния эффективности доставки наноформуляций противоопухолевых препаратов с использо-ванием комплекса интравитальных методов исследования»;
3. РФФИ № 15–29–01156 «Конструкции на основе ИК-фотосенсибилизаторов и наночастиц ме-таллов для комбинированных методов терапии в онкологии».

Активно ведутся работы по продолжающимся в 2021 г. грантам РФФИ

1. № 21–75–00096 «Генетически кодируемые ма-териалы для адресной доставки препаратов»;
2. № 21–13–00438 «Магнитные наночастицы, как исследовательский инструмент: от физиче-ских основ магнито–механики до микроскопии сверхвысокого разрешения.»;
3. № 21–74–20077 «Использование нейтрофилов для повышения эффективности доставки про-тивоопухолевых нанопрепаратов.».

Кроме того, сотрудники лаборатории активно уча-ствуют в работах, выполняемых другими подразде-лениями и институтами.

Основные научно-технические достижения

В период с 2018 по 2021 гг коллективом лабора-тории были получены и изучены агенты для диа-гностики различных типов опухолей методом МРТ. Проведены экспериментальные исследования *in vitro* по разработке эффективной технологии доставки миРНК к мРНК АроВ на основе липидопо-добных магнитных наночастиц в печень для терапии гиперлипидемии. Получены образцы наночастиц феррита кобальта, которые могут быть использова-ны для обеспечения противоопухолевой терапии с помощью контролируемой гипертермии в усло-виях *in vivo*. Были получены стабильные комплексы магнитных наночастиц с фотосенсибилизаторами, способные обеспечивать эффективную загрузку молекул фотосенсибилизаторов, при этом сохра-няя их физико–химические свойства и активность в фотодинамической терапии. Были разработаны уникальные МК–диагностикумы, на основе магнит-ных липосом, способные диагностировать эффек-тивность доставки лекарственных липосомальных препаратов в опухолевый очаг;

Кроме того, в этом же году был разработан и вери-фицирован способ быстрого и точного определе-ния даже небольших концентраций активных форм кислорода (АФК) внутри опухоли в ответ на введе-ние противоопухолевого препарата – доксоруби-цина – в живой мыши в режиме реального времени. Для этого использовали электрохимический метод измерения АФК с помощью платинированного на-ноэлектрода. Данный подход в дальнейшем может применяться для мониторинга концентрации АФК в злокачественных новообразованиях в ходе проти-воопухолевой терапии, что позволит делать выводы о механизмах действия того или иного лекарствен-ного препарата, а также поможет в поиске и разра-ботке новых форм противоопухолевых лекарств;

Известно, что в клинике все большее распростра-нение приобретают наноформулированные про-тивоопухолевые препараты, снижающие общую токсичность лекарства для всего организма. Однако эффективность их накопления в опухоли каждо-

го конкретного пациента крайне вариабельна. В связи с этим возникла идея, что целесообразно сначала исследовать эффективность накопления нанопрепарата в опухоли и лишь затем, исходя из полученных данных, принимать решение о его использовании в ходе противоопухолевой терапии. Достижением нашей лаборатории было то, что мы синтезировали липосомы, аналогичные по своим физико-химическим свойствам таковым в применении в клинике препарате липосомального доксорубина (Келикса), но загруженные не лекарством, а магнитными наночастицами. Введение таких магнитных липосом позволяет быстро и неинвазивно (с помощью магнитно-резонансной томографии) диагностировать опухоли с эффективным и неэффективным накоплением нанопрепарата и, как следствие, предсказать результативность лечения конкретного новообразования с помощью Келикса. Помимо этого, мы наглядно в режиме реального времени с помощью интравитальной микроскопии показали, что после внутривенного введения по-

ведение и локализация диагностических липосом (магнитных) и терапевтических (липосомального доксорубина) абсолютно идентичны, что позволяет говорить о правомерности использования данного метода;

И наконец, в ходе работы мы обнаружили, что в доставке нанопрепарата к опухоли помимо известного эффекта повышенной проницаемости и удерживания (EPR-эффекта) важную роль играют нейтрофилы – клетки системы неспецифической резистентности организма. Они увеличивают эффективность накопления данных нанопрепарата непосредственно в опухолевой ткани. Нанопрепараты могут переноситься из сосудов в ткань опухоли как на самом нейтрофиле, так и опосредованно – вслед за мигрирующим нейтрофилом. Основным достижением данной части нашей работы стало открытие важной роли нейтрофилов в доставке к опухолевой ткани с последующим накоплением в ней нанопрепарата, которые циркулируют в кровотоке в течение короткого времени.

Подготовка специалистов высшей квалификации

В период с 2018 по 2021 гг. лаборатория подготовила десять магистров и одного кандидата наук.

Основные публикации

- Gabashvili, A.N., Vodopyanov, S.S., Chmelyuk, N.S., Sarkisova, V.A., Fedotov, K.A., Efremova, M.V., Abakumov, M.A. Encapsulin based self-assembling iron-containing protein nanoparticles for stem cells mri visualization // (2021) International Journal of Molecular Sciences, 22 (22), статья № 12275, DOI: 10.3390/ijms222212275;
- Saifutiarova, A.E., Fedorov, Y.V., Tsvetkov, V.B., Rustamova, D.A., Gulakova, E.N., Chmelyuk, N.S., Abakumov, M.A., Aliev, T.M., Fedorova, O.A. Photochemical synthesis, intercalation with DNA and antitumor evaluation in vitro of benzo[d]thiazolo[3,2-a]quinolin-10-ium derivatives // (2021) Bioorganic Chemistry, 115, статья № 105267 DOI: 10.1016/j.bioorg.2021.105267;
- Iliasov, A.R., Nizamov, T.R., Naumenko, V.A., Garanina, A.S., Vodopyanov, S.S., Nikitin, A.A., Pershina, A.G., Chernysheva, A.A., Kan, Y., Mogilnikov, P.S., Metelkina, O.N., Schetinin, I.V., Savchenko, A.G., Majouga, A.G., Abakumov, M.A., Non-magnetic shell coating of magnetic nanoparticles as key factor of toxicity for cancer cells in a low frequency alternating magnetic field // (2021) Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 206, статья № 111931, DOI: 10.1016/j.colsurfb.2021.111931;
- Popov, A.L., Abakumov, M.A., Savintseva, I.V., Ermakov, A.M., Popova, N.R., Ivanova, O.S., Kolmanovich, D.D., Baranchikov, A.E., Ivanov, V.K. Biocompatible dextran-coated gadolinium-doped cerium oxide nanoparticles as MRI contrast agents with high: T1relaxivity and selective cytotoxicity to cancer cells // (2021) Journal of Materials Chemistry B, 9 (33), pp. 6586–6599. DOI: 10.1039/d1tb01147b;
- Zhukova, V., Osipova, N., Semyonkin, A., Malinovskaya, J., Melnikov, P., Valikhov, M., Porozov, Y., Solovev, Y., Kuliaev, P., Zhang, E., Sabel, B.A., Chekhonin, V., Abakumov, M., Majouga, A., Kreuter, J., Henrich-Noack, P., Gelperina, S., Maksimenko, O. Fluorescently labeled plga nanoparticles for visualization in vitro and in vivo: The importance of dye properties // (2021) Pharmaceutics, 13 (8), статья № 1145, DOI: 10.3390/pharmaceutics13081145;
- Nikitin, A.A., Yurenaya, A.Y., Gabbasov, R.R., Cherepanov, V.M., Polikarpov, M.A., Chuev, M.A., Majouga, A.G., Panchenko, V.Y., Abakumov, M.A. Effects of Macromolecular Crowding on Nanoparticle Diffusion: New Insights from Mössbauer Spectroscopy // (2021) Journal of Physical Chemistry Letters, 12 (29), pp. 6804–6811. DOI: 10.1021/acs.jpcllett.1c01984;

7. Machulkin, A.E., Shafikov, R.R., Uspenskaya, A.A., Petrov, S.A., Ber, A.P., Skvortsov, D.A., Nimenko, E.A., Zyk, N.U., Smirnova, G.B., Pokrovsky, V.S., Abakumov, M.A., Saltykova, I.V., Akhmirov, R.T., Garanina, A.S., Polshakov, V.I., Saveliev, O.Y., Ivanenkov, Y.A., Aladinskaya, A.V., Finko, A.V., Yamansarov, E.U., Krasnovskaya, O.O., Erofeev, A.S., Gorelkin, P.V., Dontsova, O.A., Beloglazkina, E.K., Zyk, N.V., Khazanova, E.S., Majouga, A.G. Synthesis and Biological Evaluation of PSMA Ligands with Aromatic Residues and Fluorescent Conjugates Based on Them // (2021) Journal of Medicinal Chemistry, 64 (8), pp. 4532–4552. DOI: 10.1021/acs.jmedchem.0c01935;
8. Nikitin, A.A., Yurenaya, A.Y., Zatsepin, T.S., Aparin, I.O., Chekhonin, V.P., Majouga, A.G., Farle, M., Wiedwald, U., Abakumov, M.A. Magnetic Nanoparticles as a Tool for Remote DNA Manipulations at a Single-Molecule Level // (2021) ACS Applied Materials and Interfaces, 13 (12), pp. 14458–14469. DOI: 10.1021/acsami.0c21002;
9. Namestnikova, D.D., Gubskiy, I.L., Revkova, V.A., Sukhinich, K.K., Melnikov, P.A., Gabashvili, A.N., Cherkashova, E.A., Vishnevskiy, D.A., Kurilo, V.V., Burunova, V.V., Semkina, A.S., Abakumov, M.A., Gubsky, L.V., Chekhonin, V.P., Ahlfors, J.–E., Baklaushev, V.P., Yarygin, K.N., Intra-Arterial Stem Cell Transplantation in Experimental Stroke in Rats: Real-Time MR Visualization of Transplanted Cells Starting With Their First Pass Through the Brain With Regard to the Therapeutic Action // (2021) Frontiers in Neuroscience, 15, статья № 641970, DOI: 10.3389/fnins.2021.641970.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

Количество публикаций статей – 21, в том числе, индексируемых в базе данных Web of Science – 20

Объекты интеллектуальной собственности

5 заявок на патент

«Способ получения модифицированных кристаллов магнетита», Мажуга А.Г., Абакумов М.А., Низамов Т.Р., Уварова В.И.;

«Способ обратимого ингибирования в опухолевых клетках гепатоцеллюлярной карциномы экспрессии гена, кодирующего синтез аполипопротеина В», Мажуга А.Г., Абакумов М.А., Низамов Т.Р., Уварова В.И.;

«Способ обратимого ингибирования в опухолевых клетках гепатоцеллюлярной карциномы экспрессии гена, кодирующего синтез аполипопротеина В» Мажуга А.Г., Абакумов М.А., Низамов Т.Р., Уварова В.И.;

«Способ лечения онкологических заболеваний с помощью инъекций лекарственного препарата» Мажуга А.Г., Абакумов М.А., Науменко В.А., Власова К.Ю., Водопьянов С.С.;

«Способ лечения онкологических заболеваний с помощью инъекций лекарственного препарата» Мажуга А.Г., Абакумов М.А., Науменко В.А., Власова К.Ю., Водопьянов С.С.;

Количество конференций в которых участвовали сотрудники лаборатории – 8;

Количество защищенных кандидатских диссертаций – 1;

Подготовка специалистов высшей квалификации

Ефремова Мария Владимировна, «Синтез, физико-химические свойства и биомедицинское применение гибридных материалов на основе наночастиц магнетит–золото».

Контактная информация

Абакумов Максим Артемович, заведующий лабораторией

8 (495) 638–44–65

abakumov1988@gmail.com

www.biomednanolab.com

ЛАБОРАТОРИЯ «СВЕРХПРОВОДЯЩИЕ МЕТАМАТЕРИАЛЫ»



Устинов Алексей Валентинович, заведующий лабораторией, д-р физ.-мат. наук, профессор

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 плёнок с высокой кинетической индуктивностью, исследованию квантовых метаматериалов на основе сверхпроводниковых кубитов, разработке сверхпроводниковых детекторов терагерцового диапазона.

Фундаментальные аспекты научных работ, проводимых в лаборатории, связаны с экспериментальными исследованиями и моделированием явлений, описываемых нелинейной и квантовой физикой, а также электродинамикой сверхпроводников.

Практические применения результатов наших исследований в значительной степени связаны с бурно развивающейся в настоящее время элементной базой для построения квантовых компьютеров и квантовых симуляторов.

Кадровый потенциал подразделения

4 доктора наук, 5 кандидатов наук, 8 аспирантов, 6 студентов, 5 инженеров.

Наиболее крупные проекты

«Квантовый процессор на основе сверхпроводников. Новые типы сверхпроводниковых кубитов с высокими временами когерентности» (Этап 1) в рамках реализации Дорожной карты развития высокотехнологической области «Квантовые вычисления»;

«Сверхпроводниковые технологии для обработки квантовой информации», грант Российского научного фонда № 21-72-30026 по мероприятию «Проведение исследований научными лабораториями

мирового уровня в рамках реализации приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации» (Этап 1);

«Квантовая динамика Джозефсоновских вихрей», грант Российского научного фонда № 19-42-04137, реализуемый совместно с научным коллективом физического факультета Технологического института Карлсруэ, Германия.

Основные научно-технические достижения

В системах с низкой размерностью, таких как нанопровода, квантовые флуктуации оказывают значительное влияние на электронную проводимость даже при крайне низких температурах. Подобные эффекты в сверхпроводниках вызывают особенный интерес благодаря тому, что когерентное состояние сверхпроводящих электронов сильно взаимодействует с подобными флуктуациями, что можно использовать как чувствительный инструмент в процессе их изучения. Совместно с коллегами из Технологического института Карлсруэ в Германии и Мельбурнского королевского технологического института в Австралии мы изучали сверхпроводниковые гранулированные алюминиевые нанопроволоки в режиме квантового фазового скольжения и разработали метод снижения сопротивления

нанопроводов за счёт электромиграции, который позволяет последовательно устранять квантовые проскальзывания фазы [1].

Одной из важнейших задач квантовых технологий является улучшение времен когерентности сверхпроводниковых кубитов. Достижение этой цели связано с уменьшением плотности разорванных куперовских пар, так называемых квазичастиц. Совместно с коллегами из Италии, Германии, США, Испании и Франции мы показали, что радиоактивность окружающей среды является значительным источником неравновесных квазичастиц в резонаторах из гранулированного алюминия. Более того, ионизирующее излучение создает коррелированные по времени всплески квазичастиц в резонаторах на одном и

84 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

том же чипе, что еще больше усложняет квантовую коррекцию ошибок. Работа в криостате, расположенном глубоко под землей и оснащенным свинцовым экраном, снижает скорость всплесков квазичастиц и, таким образом, уменьшает рассеивание, демонстрируя важность снижения радиации в будущем твердотельном квантовом оборудовании [2].

Мы экспериментально исследовали кубиты–флюксониумы, связанные с копланарными микроволновыми резонаторами для индивидуального считывания [3]. Результаты спектроскопии показали, что частоты кубитов лежат ниже 1 ГГц, времена релаксации превышают 80 мкс, а времена когерентности 60 мкс для всех кубитов, что почти на порядок выше характерных времен ранее исследованных кубитов–трансмонов. Важным достижением стала реализация протокола инициализации для проведения импульсных измерений, позволяющего снизить среднюю тепловую заселенность возбужденного состояния кубитов, и улучшить точность считывания. Процедура «охлаждения» кубитов заключалась в импульсной отстройке внешнего магнитного потока в контуре кубита в нулевую точку. Хорошее совпадение экспериментальных данных с расчетной моделью, а также характерные времена кубитов делают такие кубиты перспективными кандидатами для реализации квантовых процессоров или симуляторов.

В рамках реализации Дорожной карты высокотехнологичной области «Квантовые вычисления» продемонстрирована квантовая операция на регистре из двух сверхпроводниковых кубитов. Эксперимент выполнен на квантовом процессоре из двух емкостно связанных кубитов–флюксониумов. В результате эксперимента при помощи перекрестно–энтропийного тестирования продемонстрирована точность двухкубитной операции, равная 98,01 %.

Мы теоретически изучили когерентную квантовую динамику одиночного магнитного флюксона в двухэлементном СКВИДе и массиве параллельных джозефсоновских контактов с большими кинетическими индуктивностями [4,5]. Благодаря высокой кинетической индуктивности характеристический размер флюксона уменьшается, что позволяет наблюдать квантовые эффекты в таких системах.

Используя димеризованный массив из 9 сверхпроводниковых кубитов, мы разработали одномерный топологически нетривиальный квантовый метаматериал, описанный моделью Су–Шриффера–Хигера [6]. Мы провели микроволновую спектроскопию изготовленной матрицы и экспериментально наблюдали спектр элементарных возбуждений. Мы выявили не только однофотонные топологические состояния, но и полосы экзотических связанных пар фотонов, возникающих из–за присущей кубитам ангармоничности.

Основные публикации

1. J. N. Voss, et al. Eliminating quantum phase slips in superconducting nanowires. *ACS Nano* 15, 3, pp. 4108–4114 (2021);
2. L. Cardani, et al. Reducing the impact of radioactivity on quantum circuits in a deep–underground facility. *Nature Commun.* 12, 2733 (2021);
3. I. N. Moskalenko, et al. Tunable coupling scheme for implementing two–qubit gates on fluxonium qubits. *Appl. Phys. Lett.* 119, 194001 (2021);
4. I. N. Moskalenko, et al. Quantum beats of a magnetic fluxon in a two–cell SQUID. *Phys. Rev. B* 103, 224528 (2021);
5. S. S. Seidov and M. V. Fistul. Quantum dynamics of a single fluxon in Josephson–junction parallel arrays with large kinetic inductances. *Phys. Rev. A* 103, 062410 (2021);
6. I. S. Besedin, et al. Topological excitations and bound photon pairs in a superconducting quantum metamaterial. *Phys. Rev. B* 103, 224520 (2021).

Основные научно–технические показатели публикации в научных журналах

- сотрудниками лаборатории опубликовано более 20 статей в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus;
- сотрудники лаборатории приняли участие в 10 международных конференциях;
- подано 2 заявки на выдачу патентов на изобретения;
- проведена 1–ая Международная школа для молодых ученых «Сверхпроводниковые технологии для обработки квантовой информации» (19.07.2021–23.07.2021). В мероприятии приняли участие свыше 170 участников, включая зарубежных.

Контактная информация

Санникова Надежда Владимировна, инженер лаборатории

8 (495) 638–46–46

smm@misis.ru

<http://smm.misis.ru/>

ЛАБОРАТОРИЯ ГИБРИДНЫХ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



Травянов Андрей Яковлевич,
научный руководитель,
канд. техн. наук,
ведущий эксперт

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 Смурова 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

- разработать и оптимизировать новую технологию АП, основанную на гибридации холодного газодинамического напыления (ХГН) и лазерного подогрева;
- провести комплексный анализ свойств деталей полученных методом СЛП с использованием порошков титановых и интерметаллидных сплавов;
- провести всестороннее изучение термических процессов, протекающих при СЛП и ХГН методами оптической диагностики и математического моделирования.

Кадровый потенциал подразделения

В лаборатории работает 6 кандидатов наук, 2 аспиранта.

Наиболее крупные проекты

- Проект на сумму 327,55 млн. руб. разработка технологического процесса литья крупногабаритных лопаток в части финишных операций. Инициатор – ООО «ТТЛ». Срок реализации – 2021–2023 г.г.;
- 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. (в рамках Постановления Правительства № 218).

327,55 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Основные публикации

1. P. Petrovskiy, A. Travyanov, V. Cheverikin, A. Cheresheva, A. Sova, I. Smurov. Effect of encapsulated hot isostatic pressing on properties of Ti6Al4V deposits produced by cold spray. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2020, 107(1–2);

2. P. Sokolov, A. Aleschenko, A. Koshmin, V. Cheverikin, P. Petrovskiy, A. Travyanov, A. Sova. Effect of hot rolling on structure and mechanical properties of Ti–6Al–4V alloy parts produced by direct laser deposition. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2020, 107(3–4);
3. M. Khomutov; P. Potapkin; I. Logachev; V Cheverikin; P Petrovskiy; A Travyanov; A. Sova. Smurov. Effect of Hot Isostatic Pressing on structure and properties of intermetallic NiAl–Cr–Mo alloy produced by Selective Laser Melting. *Intermetallics*, Май 2020, 120,106766;
4. P. Petrovskiy, M. Doubenskaia, A. Sova, A. Travyanov. Analysis of copper–tungsten cold spray coating: kinetics of coating formation and its thermal properties. *Surface and Coating technology*, 2020, 385,125376;
5. Khomutov, M., Spasenko, A., Sova, A., Petrovskiy P., Cheverikin V., Travyanov, A., Smurov, I. Structure and properties of AA7075–sic composite parts produced by cold spray additive manufacturing. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2021, 116(3–4), стр. 847–861;
6. Maxim Khomutov, Anastasia Cheresheva, Pavel Petrovskiy, Dariya Daubarayte, Vladimir Cheverikin, Aleksey Sova, Andrey Travyanov, Igor Smurov. Microstructure of Al–Mg–Sc–Zr alloy cold spray deposits after heat treatment and hot isostatic pressing. *Journal of Alloys and Compounds*, 2021, 858, 157644;
7. M. Doubenskaia, A. Kulish, A. Sova, P. Petrovskiy, I. Smurov. Experimental and numerical study of gas–powder flux in coaxial laser cladding nozzles of Precitec. *Surface and Coatings Technology*, 2021, 406, 126672;
8. Pavel Petrovskiy, Maxim Khomutov, Vladimir Cheverikin, Andrey Travyanov, Aleksey Sova, Igor Smurov. Influence of hot isostatic pressing on the properties of 316L stainless steel, Al–Mg–Sc–Zr alloy, titanium and Ti6Al4V cold spray deposits. *Surface and Coating technology*, 2021, 405, 126736;
9. A. Travyanov, P. Petrovskiy, A. Lagutin, V. Cheverikin, M. Khomutov, D. Zhigalov, A. Klyuyev. Manufacturing of Ti6Al4V alloy part reinforced by silicon carbide fibers by laser powder bed fusion with following hot isostatic pressing. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2021.

Основные научно–технические достижения

- Изучено влияние горячего изостатического прессования (ГИП) на пористость и механические свойства различных наплавов методом ХГН. Последующая обработка ГИП значительно снижает (более чем в 2 раза) пористость сплава 316L и чистого титана, улучшает механические свойства, что объясняется диффузией материала и изменением микроструктуры в ходе цикла ГИП;
- Изучена и подтверждена возможность получения бездефектных изделий методом диффузионной сварки во время горячего изостатического прессования из разных пар материалов ВТ20Л и ВТ6 (полученных методами прокатки и селективного лазерного плавления), обладающих разными фазовым составом, морфологией и размерами структурных составляющих. Сварные образцы обладают уровнем прочностных свойств, соответствующих уровню основного материала ВТ20Л;
- Успешно изготовлена композитная деталь, состоящая из матрицы титанового сплава ВТ6 с армирующими волокнами карбида кремния, с использованием нового подхода, сочетающего лазерное наплавление порошка и горячего изостатического прессования. Показана перспективность разработанного подхода для получения объемных композитных изделий.

Основные научно–технические показатели публикации в научных журналах

Количество публикаций в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 31 шт.

6 объектов интеллектуальной собственности

- Патент № 2761530 «Способ получения цилиндрических армированных элементов для деталей типа «Моноколесо»;
- Ноу–хау «Способ получения армирующих вставок для деталей авиадвигателя типа «Корпус опоры»;
- Ноу–хау «Способ фиксации профилированных пластин матрицы с волокнами карбида кремния в процессе намотки для изготовления локально армированных заготовок из титановых сплавов»;

- Ноу-хау «Способ позиционирования матричного и армирующего элементов в процессе намотки на цилиндрическую заготовку с использованием фиксирующего профиля пластин матричного компонента»;
- Ноу-хау «Способ реализации контролируемого натяжения волокон карбида кремния в процессе армирования титановых заготовок»;
- Ноу-хау «Способ получения непрерывной профилированной пластины матричного компонента из пластин конечной длины, полученных аддитивным методом».

Контактная информация

Травянов Андрей Яковлевич, научный руководитель

8 (499) 236-88-45

trav@misis.ru

ЛАБОРАТОРИЯ КАТАЛИЗ И ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДОВ



Громов Александр Александрович, заведующий лабораторией, д-р техн. наук, профессор

Лаборатория создана в НИТУ «МИСИС» в 2020 году в целях реализации научно-исследовательской работы по государственному заданию № 075-00268-20-02 (идентификатор: 0718-2020-0040) по теме: «Комплексная переработка углеводородов с получением водородсодержащих газов и прекурсоров композиционных материалов для аддитивного производства», а также выполнения проектов:

- проект РНФ № 19-79-30025 «Разработка научных и технологических основ проектирования алюмоматричных композитов и их производства аддитивными лазерными методами для промышленного применения»;
- проект РНФ № 21-79-10239 «Особенности формирования микроструктуры и магнитных гистерезисных свойств постоянных магнитов на основе Nd-Fe-B, полученных методом селективного лазерного сплавления»;

- проект РНФ № 21-79-10240 «Исследование формирования градиентных структур в системе Al-Al₂O₃-AlN-ZrN в условиях аддитивного синтеза и получение на их основе новых металл-керамических мультиматериалов»;

Научно-исследовательская деятельность лаборатории направлена на разработку металлматрич-

ных композиционных материалов на основе легких металлов и сплавов; разработку основ получения новых материалов методами аддитивного производства; решения практических задач в областях химического синтеза, промышленного катализа и аддитивных технологий.

Основные научные направления деятельности

- материалы и технические решения для аддитивного производства металлических и металлосодержащих изделий;
- металлматричные композиционные материалы на основе легких металлов и сплавов;
- многокомпонентные энергетические системы природного и техногенного происхождения;
- технологии каталитической переработки углеводородов, переработки техногенных отходов, природного и попутного нефтяного газов, получения углеродных наноматериалов;
- технологии получения кислородосодержащих соединений алюминия и других легких металлов;
- оптимизация и совершенствование классических технологий промышленного катализа, металлургии легких металлов и химической промышленности.

Кадровый потенциал подразделения

Докторов наук: 4 чел., кандидатов наук: 11 чел., аспирантов: 2 чел., инженерно-технических работников: 4 чел., магистрантов задействованных в НИР: 3 чел.

Наиболее крупные проекты

- государственный контракт на выполнение НИОКР «Разработка аддитивных технологий печати металлических и композиционных изделий на оборудовании с высокотемпературным подогревом рабочего объема. Этап 2021 года»;
- государственное задание № 075-00268-20-02 (идентификатор: 0718-2020-0040) по теме: «Комплексная переработка углеводородов с получением водородсодержащих газов и

95 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

прекурсоров композиционных материалов для аддитивного производства»;

- проект РФФ № 19–79–30025 «Разработка научных и технологических основ проектирования

алюмоматричных композитов и их производства аддитивными лазерными методами для промышленного применения. Этап 2021 года».

Основные научно–технические достижения

- разработана универсальная методика подбора режимов 3D печати новых материалов;
- разработаны аддитивные технологии печати металлических и композиционных изделий на оборудовании с высокотемпературным подогревом рабочего объема;
- разработаны методики испытаний 3D образцов и изделий, созданных из новых материалов аддитивными методами;
- синтезированы комплексные добавки для алюмоматричных композитов, исследованы их характеристики;
- исследованы процессы получения и печати алюмоматричных композиционных материалов, содержащих различные наполнители: наноразмерные частицы, квазикристаллы, керамические частицы;
- проведены работы по 3D–печати магнитного материала, исследовано влияние режимов синтеза на формирование структуры сплава Nd₂Fe₁₄B линейных образцов, обнаружены основные закономерности и выявлены оптимальные параметры процесса печати.

Основные публикации

1. K.B. Larionov, K.V. Slyusarskiy, I.V. Mishakov, S.A. Tsibulskiy, R.B. Tabakaev, A.A. Vedyagin, A.A. Gromov, Combustion of bituminous coal loaded with copper salts, *Fuel*. 286 (2021) 119366. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.119366>;
2. A.Y. Pak, K.B. Larionov, A.P. Korchagina, T.Y. Yakich, A.Y. Nalivaiko, A.A. Gromov, Silicon carbide obtaining with DC arc–discharge plasma: synthesis, product characterization and purification, *Mater. Chem. Phys.* 271 (2021) 124938. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2021.124938>;
3. K.A. Chebakova, E.L. Dzidziguri, E.N. Sidorova, A.A. Vasiliev, D.Y. Ozherelkov, I.A. Pelevin, A.A. Gromov, A.Y. Nalivaiko, X–ray fluorescence spectroscopy features of micro–and nanoscale copper and nickel particle compositions, *Nanomaterials*. 11 (2021). <https://doi.org/10.3390/nano11092388>;
4. D.Y. Ozherelkov, S.A. Eremin, V.N. Anikin, S. V. Chernyshikhin, A.Y. Nalivaiko, A.A. Gromov, On the mechanism of electrochemical deposition of graphene on Al foils and AlSi10MgCu particles, *Mater. Chem. Phys.* 267 (2021) 124673. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2021.124673>;
5. A. V. Sergienko, K.N. Solovieva, A. V. Balakhnina, E.A. Petrov, D.Y. Ozherelkov, A.Y. Nalivaiko, A.A. Gromov, Nanodiamonds characterization and application as a burning rate modifier for solid propellants, *Mater. Today Commun.* 27 (2021) 102332. <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2021.102332>;
6. I.A. Pelevin, A.Y. Nalivaiko, D.Y. Ozherelkov, A.S. Shinkaryov, S. V. Chernyshikhin, A.N. Arnautov, S. V. Zmanovsky, A.A. Gromov, Selective Laser Melting of Al–Based Matrix Composites with Al₂O₃ Reinforcement: Features and Advantages, *Materials (Basel)*. 14 (2021) 2648. <https://doi.org/10.3390/ma14102648>;
7. J.A. Muñoz, M. Pavlov, V. Cheverikin, A. Komissarov, A. Gromov, Heterogeneity consequences on the mechanical and microstructural evolution of an AlSi11Cu alloy obtained by selective laser melting, *Mater. Charact.* 174 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2021.110989>;
8. A.A. Gromov, E.M. Popenko, A. V. Sergienko, K. V. Slyusarskiy, A.Y. Nalivaiko, D.Y. Ozherelkov, K.B. Larionov, E.L. Dzidziguri, Characterization of Aluminum Powders: IV. Effect of Nanometals on the Combustion of Aluminized Ammonium Nitrate–Based Solid Propellants, *Propellants, Explos. Pyrotech.* 46 (2021) 450–459. <https://doi.org/10.1002/prop.202000234>;
9. K.B. Larionov, I.V. Mishakov, K.V. Slyusarskiy, S.A. Tsibulskiy, R.B. Tabakaev, Y.I. Bauman, A.A. Vedyagin, A.Y. Nalivaiko, A.A. Gromov, Combustion of bituminous coal and semicoke with copper salts, *Fuel Process. Technol.* 213 (2021) 106706. <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2020.106706>;
10. I.A. Pelevin, M.A. Burmistrov, D.Y. Ozherelkov, A.S. Shinkaryov, S. V. Chernyshikhin, A.A. Gromov, A.Y. Nalivaiko, Laser powder bed fusion of chromium

- bronze using recycled powder, *Materials (Basel)*. 14 (2021). <https://doi.org/10.3390/ma14133644>;
11. E. V. Zakharova, E.L. Dzidziguri, E.N. Sidorova, A.A. Vasiliev, I.A. Pelevin, D.Y. Ozherelkov, A.Y. Nalivaiko, A.A. Gromov, Characterization of Multiphase Oxide Layer Formation on Micro and Nanoscale Iron Particles, *Metals (Basel)*. 11 (2020) 12. <https://doi.org/10.3390/met11010012>;
 12. A.S. Shinkaryov, D.Y. Ozherelkov, I.A. Pelevin, S.A. Eremin, V.N. Anikin, M.A. Burmistrov, S. V. Chernyshikhin, A.A. Gromov, A.Y. Nalivaiko, Laser Fusion of Aluminum Powder Coated with Diamond Particles via Selective Laser Melting: Powder Preparation and Synthesis Description, *Coatings*. 11 (2021) 1219. <https://doi.org/10.3390/coatings11101219>;
 13. A.S. Shinkaryov, M. V. Cherkasova, I.A. Pelevin, D.Y. Ozherelkov, S. V. Chernyshikhin, N.A. Kharitonova, A.A. Gromov, A.Y. Nalivaiko, Aluminum Powder Preparation for Additive Manufacturing Using Electrostatic Classification, *Coatings*. 11 (2021) 629. <https://doi.org/10.3390/coatings11060629>.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

- в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 17;
- конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения – 7.

Контактная информация

Громов Александр Александрович, заведующий лабораторией
a.gromov@misis.ru

ЛАБОРАТОРИЯ КРИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ



**Головчанский Игорь
Анатольевич, заведующий
лабораторией, канд. физ.-мат.
наук (PhD)**

Лаборатория создана в НИТУ «МИСИС» 2020 году в целях реализации научно-исследовательской работы по теме «Сверхпроводящие гибридные системы для элементов альтернативной пост-кремниевой электроники: спинтроники, магноники, квантовых и нейроморфных систем» в рамках выполнения государственного задания НИТУ «МИСИС».

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, функционирующих на принципах когерентности, квантовой суперпозиции, конструктивной гибридации сверхпроводящего и магнитного порядков подсистем.

Основные задачи

- проведение фундаментальных научных исследований и осуществление концептуальных разработок в области сверхпроводниковых и магнитных систем, гибридных систем, микро- и нано-структур;
- проведение фундаментальных научных исследований в области СВЧ электроники;
- привлечение студентов, аспирантов и молодых ученых к практике передовых научных исследований.

Кадровый потенциал подразделения

Докторов наук – 3 чел., кандидатов наук – 12 чел., аспирантов – 8 чел., инженерно-технических работников – 2 чел., студентов – 4 чел.

32 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Наиболее крупные проекты

Научно-исследовательская работа по теме «Сверхпроводящие гибридные системы для элементов альтернативной пост-кремниевой

электроники: спинтроники, магноники, квантовых и нейроморфных систем» в рамках выполнения государственного задания НИТУ «МИСИС» (2 этап).

Основные научно-технические достижения

- Впервые реализовано так называемое сверхсильное фотон-магнотное взаимодействие с рекордными характеристиками: характеристикой односпиновой связи около 350 Гц, соотношением связи около 0.6, кооперативностью около 10^4 . При этом сверхсильное фотон-магнотное взаимодействие впервые реализовано на чипе, что открывает перспективы для создания интегральных гибридных магнотных устройств. Ключевым фактором созданной системы является то, что в тонкопленочной структуре сверхпроводник-изолятор-сверхпроводник вследствие сверхпроводимости существенно уменьшается фазовая скорость фотонов, что позволяет радикально уменьшить объем электромагнитной резонансной моды и тем самым усилить фотон-магнотное взаимодействие. Результаты исследований опубликованы в престижных международных изданиях [I.A. Golovchanskiy et al., Science Advances 7, eabe8638 (2021); I.A. Golovchanskiy et al., Physical Review Applied 16, 034029 (2021)];
- Проведена экспериментальная демонстрация реализации инверсии джозефсоновской разности фаз (пи-состояния) с помощью «спиновой» инжекции. Теоретически и экспериментально исследованы сверхпроводящий и

магнитный эффекты близости на интерфейсах ферромагнетик/нормальный металл (F/N) и ферромагнетик/сверхпроводник (F/S), а также совместное влияние этих эффектов близости на сверхпроводимость через джозефсоновский N/F барьер в когерентных планарных гибридных S-N/F-S наноструктурах. Доказано, что контакт с ферромагнетиком модифицирует состояния, переносящие сверхток через нормально-металлический барьер. В баллистическом (чистом) пределе когерентный перенос через SNS контакт осуществляется через андреевские уровни, причем, для обеспечения реализации джозефсоновского $2\pi i$ -периодического ток-фазового соотношения, должны чередоваться уровни, ответственные за разный знак сверхтока через SNS контакт. В диффузном пределе вместо уровней возникают знакопеременные «андреевские» зоны;

- Исследована концепция джозефсоновского магнитного элемента памяти на основе многослойного двух-барьерного SIsFS джозефсоновского перехода, сохраняющего цифровое состояние посредством ориентации намагниченности в F-слое. В качестве ферромагнетика (F) предложен разбавленный сплав PdFe с 1% магнитных атомов. Туннельный слой AlOx (I) обеспечивает высокое напряжение в резистивном состоянии. Исследованы структуры прямоугольной формы, в которых два цифровых состояния определяются ориентацией остаточной намагниченности F-слоя по отношению к ориентации структуры. Продемонстрирована операция как двоичных, так и троичных логических элементов. С помощью микромагнитного моделирования проведен анализ масштабируемости прямоугольных элементов памяти. Результаты исследований опубликованы в [L.N. Karelina et al., J. Appl. Phys. 130, 173901 (2021)].

Основные публикации

1. I.A. Golovchanskiy et al., Science Advances 7, eabe8638 (2021);
2. I.A. Golovchanskiy et al., Physical Review Applied 16, 034029 (2021);
3. T.K. Kim et al., Phys. Usp. (2021), DOI: 10.3367/UFNe.2021.05.039018;
4. L.N. Karelina et al., J. Appl. Phys. 130, 173901 (2021);
5. T. Wolz, et al., Applied Physics Letters. 119, 212403 (2021);
6. Y. Kati et al., Physical Review A. 104, 053307 (2021);
7. Th. Mithun et al., Physical Review E 104, 014218 (2021);
8. A. A. Leha et al., Low Temperature Physics 48, 104 (2022);
9. M.V. Cojocari, et al., Physical Review B 104, 075408 (2021);
10. O. V. Emelyanova et al., Journal of Nuclear Materials 545, 152724 (2021);
11. K.A. Lyakhov and A.N. Pechen, Lobachevskii Journal of Mathematics 42, 2392 (2021);
12. O. V. Morzhin and A. N. Pechen, Lobachevskii Journal of Mathematics 42, 2401 (2021).

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

- количество публикаций в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science / Scopus – 24;
- количество конференций, в которых приняли участие сотрудники подразделения – 10;
- количество защищенных кандидатских диссертаций – 1.

Подготовка специалистов высшей квалификации

Сеидов Сеидали Сахиб оглы «Макроскопические квантовые явления в системах джозефсоновских

контактов взаимодействующих с электромагнитным полем», дата защиты 01.12.2021.

Контактная информация

Головчанский Игорь Анатольевич, заведующий лабораторией

8 (495) 638 46 46

golovchanskii.ia@misis.ru

ЛАБОРАТОРИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ



**Абрикосов Игорь
Анатольевич, научный
руководитель, д-р физ.-мат.
наук, профессор**

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

- Моделирование свойств материалов с высокой точностью и производительностью с учетом температуры, неупорядоченного магнетизма, электронных корреляций и т.д;
- Моделирование поведения материалов в экстремальных условиях;
- 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 баз данных.

16 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Кадровый потенциал подразделения

Докторов наук – 3 чел., кандидатов наук – 5 чел., PhD – 1 чел, аспирантов – 2 чел., инженерно-технических

работников – 1 чел., магистрантов задействованных в НИР – 1 чел.

Наиболее крупные проекты

1. Грант РФФ: «Выявление фундаментальных соотношений поведения материалов в экстремальных условиях»;
2. Грант РФФ: «Компьютерный скрининг свойств титановых и циркониевых сплавов в многомерном пространстве концентраций и температуры».

Основные научно-технические достижения

- Исследованы термодинамические и электронные свойства ряда нитридов переходных металлов, синтезированных при высоких давлениях. Теоретическое предсказание фазового перехода из фазы P21/c в фазу P4/mbm ReN_2 подтверждается синтезом последней нашими экспериментальными партнерами при давлении ≈ 175 ГПа. Обнаружены и исследованы два электронных топологических перехода в P21/c фазе ReN_2 около 18 Гпа;
- Разработана теоретическая концепция, показывающая, что используя синтез высокого давления могут быть получены нитриды, которые при декомпрессии испытывают структурный переход с понижением координационных чисел металла. Концепция верифицирована при синтезе новых уникальных слоистых полинитридов NiN_2 и BeN_4 . Проанализирован характер связей в этих материалах. Рассчитанный тензор упругости показал значительную анизотропию упругих свойств p-NiN₂;

- В рамках DFT+DMFT проведено детальное исследование фазового равновесия и физических свойств оксидов железа FeO и Fe₂O₃ в парамагнитном состоянии под давлением p<100 ГПа. Описана серия структурных, электронных и магнитных переходов, в т.ч. переходов диэлектрик Мотта – сайт–селективный диэлектрик Мотта при ~45 ГПа в Fe₂O₃;
- Произведен сравнительный анализ результатов моделирования физических свойств оксидов FeO₂ и Fe(Fe_xSi_{1-x})O₃ с x=0.125 и 0.25 в рамках DFT+DMFT с стандартными методами расчета электронной структуры DFT и DFT+U. Анализ результатов расчета электронной структуры оксидов FeO₂ свидетельствуют о формировании под давлением валентного состояния кислорода, отличного от 2-. Показано, что при давлении < 40 ГПа оксид FeO₂ распадается на гематит с выделением кислорода, 2FeO₂ → Fe₂O₃ + O, в согласии с экспериментом. Сделан вывод, что данное превращение связано с аномальной зависимостью химической связи в FeO₂ под давлением, и, в частности, валентной неустойчивостью ионов кислорода в структурной паре O–O;
- На основе результатов первопринципного моделирования свойств высокоэнтропийных сплавов изучена связь между их электронной и атомной структурами. Было обнаружено, что в большинстве рассматриваемых случаев перенос заряда приводит к уменьшению несоответствия размеров между элементами, что вызывает значительное уменьшение искажений решетки по сравнению с традиционным предположением, основанным на анализе табличных значений атомных радиусов;
- С помощью алгоритмов машинного обучения была проведена оптимизация термодинамических и упругих свойств многокомпонентных сплавов Fe–Cr. Были спрогнозированы составы термодинамически стабильных сплавов с улучшенными механическими свойствами, демонстрируя высокий потенциал использования методов машинного обучения в области материалов для ядерной энергетики;
- С помощью дескриптора энтропийной стабилизации (Entropy Forming Ability, EFA) оценена фазовая стабильность и механические свойства карбидов N–металлов. Концепция EFA была использована для определения свойств тринадцати металлических карбидов N металлов (N = 2 – 5), четыре из которых исследованы впервые. Была выполнена оценка термодинамической вероятности сосуществования различных геометрических конфигураций с применением распределения Больцмана. Выявлен состав TaZrC₂, который показал наиболее широкий энергетический спектр и наименьшее значение EFA;
- Произведено систематическое исследование термодинамических и механических свойств бинарных разупорядоченных сплавов на основе ОЦК титана состава Ti–X, где X – переходный 3d-, 4d-, 5d-металл, а также Al, Ga, Ge, In, Sn, в диапазоне концентраций 0–50%ат. легирующего компонента. Рассчитаны концентрационные зависимости энтальпий образования сплавов, параметров решетки, упругих констант C₁₁, C₁₂, C₄₄, C', объемного модуля сжатия B, модуля Юнга E, модуля сдвига G. Выявлены стабилизирующие и дестабилизирующие ОЦК фазу сплава легирующие элементы;
- Аппробированы алгоритмы обучения потенциалов межатомного взаимодействия. Для чистого титана, ванадия и титан–ванадиего сплава при различных температурах рассчитаны потенциальные энергии как с использованием трудоемких первопринципных методов, так и с помощью данных алгоритмов. Показано, что использование потенциалов межатомного взаимодействия позволяет воспроизводить первопринципные данные по ландшафту потенциальной энергии и энтальпии образования с очень высокой точностью.

Подготовка специалистов высшей квалификации

1. Крашенинникова Юлия Сергеевна, выпускная квалификационная работа бакалавра «Моделирование примесей внедрения в сплавах системы Fe–Cr», руководитель Смирнова Екатерина Александровна;
2. Герасимов Игорь Сергеевич, выпускная квалификационная работа бакалавра «Компенсация ошибок при вычислении энергий возбуждения с помощью TD–DFT», руководитель Смирнова Екатерина Александровна.

Основные публикации

1. M. Bykov, T. Fedotenko, S. Chariton, D. Laniel, K. Glazyrin, M. Hanfand, J. S. Smith, V. B. Prakapenka, M. F. Mahmood, A. F. Goncharov, A. V. Ponomareva, F. Tasnádi, A. I. Abrikosov, T. B. Masood, I. Hotz, A. N. Rudenko, M. I. Katsnelson, N. Dubrovinskaia, L. Dubrovinsky, I. A. Abrikosov. High–pressure

- synthesis of Dirac materials: layered van der Waals bonded BeN₄ polymorph. *Physical Review Letters* 126 (2021) 175501;
- S. Vorotilo, K. P. Sidnov, A. S. Sedegov, M. Abedi, K. Vorotilo, D. Moskovskikh. Phase stability and mechanical properties of carbide solid solutions with 2–5 principal metals. *Computational Materials Science* 21 (2022) 110869;
 - M. Bykov, E. Bykova, A. V. Ponomareva, F. Tasnádi, S. Chariton, V. Prakapenka, K. Glazyrin, Jesse S. Smith, M. Mahmood, I. A. Abrikosov, A. Goncharov. Realization of an Ideal Cairo Tessellation in Nickel Diazenide NiN₂: High-pressure Route to Pentagonal 2D Materials, *ACS Nano* 15 (2021) 13539;
 - M. M. Bykov, E. Bykova, A. V. Ponomareva, I. A. Abrikosov, S. Chariton, V. B. Prakapenka, M. F. Mahmood, L. Dubrovinsky, A. F. Goncharov, Stabilization of Polynitrogen Anions in Tantalum–Nitrogen Compounds at High Pressure. *Angewandte Chemie* 60 (2021) 9003–9008;
 - B. O. Mukhamedov, K. V. Karavaev, and I. A. Abrikosov. Machine learning prediction of thermodynamic and mechanical properties of multicomponent Fe–Cr–based alloys, *Phys. Rev. Materials* 5 (2021) 104407;
 - A. Dinsdale, A. Khvan, E. A. Smirnova, A. V. Ponomareva, I. A. Abrikosov. Modelling the thermodynamic data for hcp Zn and Cu–Zn alloys – an ab initio and calphad approach, *Computer Coupling of Phase Diagrams and Thermochemistry* 72 (2021) 102253;
 - E. Koemets, I. Leonov, M. Bykov, E. Bykova, S. Chariton, G. Aprilis, T. Fedotenko, S. Clément, J. Rouquette, J. Haines, V. Cerantola, K. Glazyrin, C. McCammon, V. B. Prakapenka, M. Hanfland, H.–P. Liermann, V. Svitlyk, R. Torchio, A. D. Rosa, T. Irifune, A. V. Ponomareva, I. A. Abrikosov, N. Dubrovinskaia, and L. Dubrovinsky. Revealing the Complex Nature of Bonding in the Binary High-Pressure Compound FeO₂. *Physical Review Letters* 126 (2021) 106001;
 - F. Tasnádi, F. Bock, A.V. Ponomareva, M. Bykov, S. Khandarkhaeva, L. Dubrovinsky, I. A. Abrikosov. Thermodynamic and electronic properties of ReN₂ polymorphs at high pressure. *Physical Review B* 104 (2021) 184103;
 - B. Walls, A. A. Mazilkin, B. O. Mukhamedov, A. Ionov, I. A. Smirnova, A. V. Ponomareva, K. Fleischer, N. A. Kozlovskaya, D. A. Shulyatev, I. A. Abrikosov, I. V. Shvets, S. I. Bozhko, Nanodomain structure of single crystalline nickel oxide. *Scientific Reports* 11 (2021) 3496.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

- публикаций в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 12;
- конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения – 3;
- единиц уникального – оборудования – 1 (компьютерный кластер, входящих в топ-50 суперкомпьютеров РФ, рисунок 18).



Рисунок 18 – Компьютерный кластер, входящих в топ-50 суперкомпьютеров РФ

Контактная информация

Абрикосов Игорь Анатольевич, научный руководитель

8 (495) 638 44 69

abrikosov.ia@misis.ru

<https://misis.ru/university/struktura-universiteta/lab/21/>

МЕЖКАФЕДРАЛЬНАЯ УЧЕБНО–ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ «МОНОКРИСТАЛЛЫ И ЗАГОТОВКИ НА ИХ ОСНОВЕ (ИЛМЗ)»



Гореева Жанна Анатольевна,
заведующая лабораторией

Испытательная лаборатория «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», заведующей ИЛМЗ назначена Гореева Ж.А.

В 2020 году ИЛМЗ прошла очередную аккредитацию (Аттестат №ААС.Т.00038) в Органе по аккредитации ААЦ «Аналитика», являющемся полноправным членом и участником Международного Соглашения о взаимном признании ILAC и APLAC. Срок действия аттестата аккредитации – 25 февраля 2025 г. В марте 2021 г. – успешно прошла очередной инспекционный контроль со стороны ААЦ «Аналитика».

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;
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.

Области аккредитации испытательной лаборатории

- определение свойств материалов, порошков и заготовок на их основе;
- измерение геометрических размеров заготовок.

Основные объекты испытаний

- 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.

Кадровый потенциал подразделения

В лаборатории работают специалисты, имеющие многолетний опыт проведения испытательных работ в соответствии с областью аккредитации. В

настоящее время в штате лаборатории 3 сотрудника на постоянных ставках и 1 стажер.

Результаты деятельности лаборатории

Испытательные работы: В 2021 году в лаборатории проводились испытания как по МВИ, включенным в область аккредитации, так и по новым МВИ, разработанным в ИЛМЗ. На 31.12.2021 г. выдано Протоколов измерений – 95 (часть из них выдана в рамках выполнения работ студентов и аспирантов НИТУ «МИСИС»), Отчетов об испытаниях (полный отчет о проведенных измерениях) – 28.

Заказчики: ООО «АЕМ Технолоджис», ИПЛИТ РАН (филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника

РАН»), ООО ЭМ ЭНД ТИ ПРОД, ООО «Перовскит», НПК «Фотрон–Авто», ИПТМ РАН, 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».

Выполнение хоздоговорных и бюджетных работ

В 2021 году в ИЛМЗ на основании договора с ООО «Лассард» проводилась разработка методик выполнения измерений параметров полупроводниковых материалов. ООО «Лассард» осуществляет деятельность по разработке, производству и продаже лазеров, лазерных систем и оборудования на их основе. Разработано 7 МВИ в качестве стандартов организации ООО «Лассард» на базе современного оборудования:

1. СТП МВИ ХОЛЛ/2020 «Методика выполнения измерений коэффициента Холла и удельного электрического сопротивления в монокристаллах арсенида галлия» по методу Ван-дер-Пау на системе измерения эффекта Холла «HL5500PC» («Nanometrics», США);
2. СТП МВИ РЕН/2021 «Методика выполнения измерений кристаллографической ориентации поверхности образцов» на рентгеновском дифрактометре «DDCOM 3» («Freiberg Instruments» GmbH, Германия);
3. СТО МВИ ГЕОПАР/2021 «Методика выполнения измерений геометрических параметров пластин арсенида галлия» бесконтактным оптическим методом на приборах «FRT Microprof 200» и «Microprof TTV» («FormFactor», GmbH, Германия);
4. СТО МВИ Т/2021 «Методика выполнения измерений толщины» бесконтактным оптическим методом на приборах «FRT Microprof 200» и «Microprof TTV» («FormFactor», GmbH, Германия);
5. СТО МВИ ОП/2021 «Методика выполнения измерений отклонения от плоскостности поверхности пластин оптическим методом» бесконтактным оптическим методом на приборах «FRT

Microprof 200» и «Microprof TTV» («FormFactor», GmbH, Германия);

6. СТО МВИ КОР/2021 «Методика выполнения измерений коробления поверхности пластин оптическим методом» бесконтактным оптическим методом на приборах «FRT Microprof 200» и «Microprof TTV» («FormFactor», GmbH, Германия);
7. СТО МВК/2021 «Методика входного контроля слитков поликристаллического арсенида галлия».

На базе лаборатории выполняются 3 работы в рамках РФФИ

1. № 20–02–00688 «Зонная инженерия новых функциональных материалов на основе смешанных кристаллов гранатов $Gd_3(Ga,Sc,Al)5O_{12}:Ce^{3+}$ » под руководством ведущего ученого Спасского Д.А.;
2. № 19–08–00187 «Разработка оптически-прозрачных эрозионностойких покрытий на основе боридов и нитридов циркония, получаемых перспективными методами магнетронного напыления, для защиты оптических устройств» под руководством ведущего ученого Кирюханцева–Корнеева Ф.В.;
3. № 19–32–90211 «Оптические и сцинтилляционные свойства кристаллов группы $Gd_3Al_2Ga_3O_{12}$ » под руководством ведущего ученого Козловой Н.С.

Кроме того, сотрудники лаборатории активно участвуют в работах, выполняемых другими подразделениями НИТУ «МИСИС».

Подготовка специалистов высшей квалификации

В лаборатории выполняются выпускные квалификационные работы бакалавров и магистров. В 2021 году успешно защищены 2 ВКР бакалавров и 2 ВКР магистров, выполненные под руководством сотрудников ИЛМЗ.

Аспиранткой 3-го года обучения Касимовой В.М. под руководством ст.н.сотр. к.ф.-м.н. Козловой Н.С. выполняется диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

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.

Основные публикации

1. Kasimova V.M., Kozlova N.S., Buzanov O.A., Zabelina E.V., Lagov P.B., Pavlov Y.S. Effect of Electron Irradiation on the Optical Properties of Gadolinium–Aluminum–Gallium Garnet Crystals // Journal of Surface Investigation Том 15, Выпуск 6, Стр. 1259 – 1263 (Scopus);
2. Касимова В.М., Козлова Н.С., Бузанов О.А., Забелина Е.В. Влияние частичного замещения элементов в катионной подрешетке кристаллов группы $Gd_3Al_2Ga_3O_{12}$ на механические свойства // Сборник докладов Российской научно-технической конференции с международным участием «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, В ЭЛЕКТРОНИКЕ И ПРИБОРОСТРОЕНИИ», 2021, Москва, Стр. 554–558;
3. Фролов А.С., Козлова Н.С., Бузанов О.А., Забелина Е.В. Исследование электрофизических свойств монокристаллов $Gd_3Al_2Ga_3O_{12}:Ce$ // Сборник докладов Российской научно-технической конференции с международным участием «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОНИКЕ И ПРИБОРОСТРОЕНИИ», 2021, Москва, Стр. 568–574.

Конференции

1. Российская научно-технической конференции с международным участием «Инновационные технологии, в электронике и приборостроении», Москва, онлайн, 05–12 апреля;
 2. II Международная конференция «Физика конденсированных состояний», Черногловка, 31 мая – 4 июня;
 3. XXII Всероссийская конференция по физике сегнетоэлектриков (ВКС–XXII), Екатеринбург, 25–28 августа;
 4. International Conference «Advanced Laser Technologies», Москва, онлайн, 06–10 сентября
 - 11th International Conference on Luminescent Detectors and Transformers of Ionizing Radiation, Быдгощ, Польша, онлайн, 12–17 сентября;
 5. Международная конференции «Физика.СПб», Санкт-Петербург, 18–22 октября 2021 года.
- Количество публикаций в 2021 году – 11, из них статей – 3, тезисов конференций – 8.

Профориентационная работа

Сотрудниками ИЛМЗ ведутся работы со школьниками: Организация и проведение презентаций и мастер-классов в рамках акции «Ночь в музее –

2021» НИТУ «МИСИС»; Экскурсии и занятия на базе лаборатории.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

Количество объектов интеллектуальной собственности (ноу-хау) – 9;

Количество разработанных в ИЛМЗ и аттестованных МВИ – 7;

Количество МВИ, разработанных в ИЛМЗ и оформленных в качестве стандарта организации (без учета аттестованных МВИ) – 7;

Количество стандартных образцов предприятия (СОП), разработанных в ИЛМЗ – 11;

Количество единиц уникального оборудования – 8.

«Много граней у кристаллов,
Блеск, включения, прозрачность.
И волнуют ум пыливый
Цвет, и форм неоднозначность.»
В. Слётов



Контактная информация

Козлова Нина Семеновна, зам. заведующей ИЛМЗ по качеству

8 (495) 638-45-60;

kozlova_nina@mail.ru

ilmz@misis.ru

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «ГИБРИДНЫЕ НАНОСТРУКТУРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ»



Комиссаров Александр Александрович, заведующий лабораторией, канд. техн. наук

Основной целью работы лаборатории является разработка конструкционных материалов нового класса, обладающих уникальным комплексом свойств.

Основные научные направления деятельности

- усовершенствование существующих и развитие новых методов получения объемных металлических наноматериалов;
- дальнейшее развитие концепции гибридных материалов со специальной внутренней архитектурой;
- синтез вышеуказанных принципов создания новых материалов и реализация их в конкретных технологиях;

- создание новых материалов для медицинских имплантатов с улучшенными механическими свойствами и биосовместимостью, материалов для энергетики, а также multifunctional

композиатов для разнообразных применений, в частности, в автомобильной и авиационной промышленности.

Кадровый потенциал подразделения

Заведующий лабораторией – 1; Ведущий эксперт – 2; Главный научный сотрудник – 2; Ведущий научный сотрудник – 1; Старший научный сотрудник – 1; Младший научный сотрудник – 3; Ведущий инженер – 2; Инженер – 4; Инженер 1 к. – 2; Инженер 2 к. – 2; Лаборант – 6.

В том числе: студентов – 6; аспирантов – 4; докторов физико-математических наук – 1, докторов технических наук – 2, кандидатов технических наук – 10.

В рамках научной деятельности лаборатория ГНМ выполняет проекты по ФЦП «Исследования и разработки» Минобрнауки РФ, фондов РФФИ и РФФИ

(в том числе международные коллаборации), а также активно сотрудничает с промышленными предприятиями. Выполняет различные хозяйственные работы.

< 30 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Наиболее крупные проекты

1. Грант № K2-2020-025 на тему «Исследование биосовместимости магниевых сплавов медицинского назначения»;
2. Договор с ПАЛ «Северсталь» на тему «Разработка и освоение инновационной технологии производства высокопрочного стального проката для изготовления строительных конструкций с нормируемым пределом огнестойкости с целью обеспечения эксплуатационной безопасности производственных и гражданских объектов в экстремальных условиях»;
3. Договор с МГТУ им. Н.Э. Баумана на тему «Исследование зависимости изменения механических свойств, количественного и фазового состава, микроструктуры металлических корпусов цилиндрической формы и листов-свидетелей из алюминиевых сплавов Д16 и АМг6 до и после высокоэнергетического воздействия»;
4. Договор с АО «Лебединский ГОК» на тему «Увеличение срока ходимости футеровки измельчительного оборудования на обогатительной фабрике».

Основные научно–технические достижения

В рамках проведения исследований в текущем году получены сводки данных по скорости коррозии, по влиянию различных добавок на размер зерна и по механическим свойствам магниевых сплавов медицинского назначения системы Mg–Zn–Ga;

По результатам масштабных исследований разработан проект Технических условий по производству бандажей черновых подвижного состава повышенного качества;

Проведены уникальные работы по оценке качества мелющих шаров ключевых российских производителей;

Сотрудники лаборатории отмечены высокими наградами на профильных научно–технических конференциях, кейс–чемпионатах, конкурсах молодых ученых.

Основные публикации

- Muñoz J.A., Khelfa T., Komissarov A., Cabrera J.–M. Ductility and plasticity of ferritic–pearlitic steel after severe plastic deformation // *Materials Science and Engineering A.*–2021.–V. 805.–P. 140624;
- Bazhenov V.E., Li A.V., Komissarov A.A., Koltygin A.V., Tavolzhanskii S.A., Bautin V.A., Voropaeva O.O., Mukhametshina A.M., Tokar A.A. Microstructure and mechanical and corrosion properties of hot–extruded Mg–Zn–Ca–(Mn) biodegradable alloys // *Journal of Magnesium and Alloys.*–2021.–V. 9.–N. 4.–P. 1428–1442;
- Muñoz J.A., Pavlov M., Cheverikin V., Komissarov A., Gromov A. Heterogeneity consequences on the mechanical and microstructural evolution of an AlSi11Cu alloy obtained by selective laser melting // *Materials Characterization.*–2021.–V. 174.–P. 110989;
- Bazhenov V.E., Saidov S.S., Tselovalnik Y.V., Voropaeva O.O., Plisetskaya I.V., Tokar A.A., Bazlov A.I., Bautin V.A., Komissarov A.A., Koltygin A.V., Belov V.D. Comparison of castability, mechanical, and corrosion properties of Mg–Zn–Y–Zr alloys containing LPSO and W phases // *Transactions of Nonferrous Metals Society of China.*–2021.–V. 31.–N. 5.–P. 1276–1290;
- V. Bazhenov, A. Lyskovich, A. Li, V. Bautin, A. Komissarov, A. Koltygin, A. Bazlov, A. Tokar, D. Ten, A. Mukhametshina. Effect of Heat Treatment on the Mechanical and Corrosion Properties of Mg–Zn–Ga Biodegradable Mg Alloys // *Materials.*–2021.–V. 14.–P. 7847;
- Pelevin I.A., Nalivaiko A.Yu., Ozherelkov D.Yu., Shinkaryov A.S., Chernyshikhin S.V., Arnautov A.N., Zmanovsky, S.V., Gromov, A.A. Selective laser melting of al–based matrix composites with Al₂O₃ reinforcement: Features and advantages // *Materials.*–2021.–V. 14.–N. 10.–P. 2648;
- Pelevin I.A., Burmistrov M.A., Ozherelkov D.Yu., Shinkaryov A.S., Chernyshikhin S.V., Gromov A.A., Nalivaiko A.Yu. Laser powder bed fusion of chromium bronze using recycled powder // *Materials.*–2021.–V. 14.–N. 131.–P. 3644;
- A.S. Shinkaryov, D.Yu Ozherelkov, I.A. Pelevin, S.A. Eremin, V.N. Anikin, M.A. Burmistrov, S.V. Chernyshikhin, A.A. Gromov, A.Yu Nalivaiko. Laser Fusion of Aluminum Powder Coated with Diamond Particles via Selective Laser Melting: Powder Preparation and Synthesis Description // *Coatings.*–2021.–V. 11.–P. 1219;
- E.A. Naumova, S.O. Rogachev, R.V. Sundeev. Effect of severe plastic deformations on structure features and mechanical behavior of Al4Ca intermetallic in Al–18% Ca alloy // *Journal of Alloys and Compounds.*–2021.–V. 854.–P. 157117;
- S.O. Rogachev, R.V. Sundeev, S.A. Nikulin. Effect of severe plastic deformation by high–pressure torsion at different temperatures and subsequent annealing on structural and phase transformations in Zr–2.5% Nb alloy // *Journal of Alloys and Compounds.*–2021.–V. 865.–P. 158874;
- S.O. Rogachev, E.A. Naumova, E.A. Lukina, A.V. Zavodov, V.M. Khatkevich. High strength Al–La, Al–Ce, and Al–Ni eutectic aluminum alloys obtained by high–pressure torsion // *Materials.*–2021.–V. 14.–P. 6404;
- S.A. Nikulin, S.O. Rogachev, Yu.A. Nikolaev, S.G. Vasiliev, V.A. Belov, V.Yu. Turilina. High–temperature mechanical properties of low–carbon steel used for the manufacture of core catcher vessel // *Progress in Nuclear Energy.*–2021.–V.142.–P. 104015.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

- публикаций в российских научных журналах из списка ВАК – 4;
- в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 55;
- конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения – 7;
- премий и наград за научно-инновационные достижения и т.д. – 2.

Подготовка специалистов высшей квалификации

1. Под руководством заведующего лабораторией защищены восемь ВКР бакалавра и две ВКР магистра;
2. Участие в семинарских занятиях «Интеллектуальная среда», проводимых в лаборатории НИЛ «ГНМ»;
3. Проведение курсов повышения квалификации по теме: «Перспективные методы исследований и технологии обработки материалов в современном материаловедении».

Награды

Комиссаров А.А. – Благодарность Минобрнауки России за значительный вклад в развитие сферы образования и многолетний добросовестный труд;

Тен Д.В. – диплом II-ой степени за Лучший курсный доклад на 14-ой научно-технической

конференция конференции молодых специалистов Объединённой Металлургической Компании им. С.З. Афонина.

Контактная информация

Комиссаров Александр Александрович, заведующий лабораторией

8 (495) 638-45-81

komissarov@misis.ru

<http://hybrid-nano-lab.misis.ru>

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «НЕОРГАНИЧЕСКИЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ»



Штанский Дмитрий Владимирович, заведующий лабораторией, д-р физ.-мат. наук, профессор каф. ПМиФП г.н.с. НУЦ СВС «МИСИС-ИСМАН»

Научно-исследовательская лаборатория «Неорганические наноматериалы» создана на основании приказа ректора НИТУ «МИСИС» от 03.10.2011 по результатам публичного конкурса на получение грантов Правительства РФ, решением Совета по грантам Правительства РФ для государственной поддержки научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых в российских образовательных учреждениях высшего профессионального образования.

Основные научные направления деятельности

- Синтез нано- и гетероструктур;
- Функционализация поверхности наноструктур с применением методов химической и плазмохимической обработки;
- Композиционные материалы на основе легких металлических матриц, упрочненные наноструктурами;
- Гетерогенные и одноцентровые нанокатализаторы;
- Композиты и гетероструктуры для высокоэффективных фотокатализаторов и фотодетекторов;
- Наносистемы антибактериальных, противогрибковых, и противоопухолевых препаратов;
- Плазменная полимеризация и поверхностно-модифицированные биоразлагаемые полимеры;
- 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 подразделения

3 доктора наук, 6 кандидатов наук, 1 Ph.D

Заведующий лабораторией – Д.В. Штанский, д.ф.-м.н.; Ведущий научный сотрудник – П.Б. Сорокин, д.ф.-м.н.; Ведущий эксперт научного проекта – Д.В. Гольберг, к.ф.-м.н.; Старший научный сотрудник – А.Т. Матвеев, к.ф.-м.н., А.М. Ковальский, к.г.-м.н., А.С. Конопацкий, к.т.н., Л.Ю. Сорокина, к.ф.-м.н. А.М. Манахов, Ph.D; Научный сотрудник – Д.В. Лейбо, к.т.н.; Младший научный сотрудник – Е.С. Пермякова; Ведущий инженер научного проекта – С.Г. Игнатов, д.б.н., П.В. Слукин, Фирсов А.А., Баранов А.Н., Панин Г.Н.; Инженер научного проекта 1 категории – М.К. Кутжанов (аспирант МИСИС); Инженер

научного проекта – И.Н. Волков (аспирант МИСИС), К.Ю. Гудзь (аспирант МИСИС), Ш. Корте (аспирант МИСИС), У.У. Нарзуллоев (аспирант МИСИС), Л.А. Варламова (аспирант МИСИС), С.В. Ерохин (аспирант ФГБНУ ТИСНУМ); К.В. Ларионов (аспирант МФТИ); Жуков В.В. (аспирант МФТИ); Лаборант-исследователь – Д.В. Барилюк (аспирант МИСИС); В.В. Калинина (аспирант МИСИС); М.В. Трегубенок (магистрант, iPhD), А.А. Рыжова (магистрант).

37 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Наиболее крупные проекты

- Международный проект РФ Россия-Китай: «Композиты и гетероструктуры на основе ВН для высокоэффективных фотокатализаторов и фотодетекторов», рук. Д.В. Штанский;
- Международный проект РФФИ Россия-Германия-Греция по теме «Ион-имплантированные двумерные материалы для одноцентрового катализа», рук. П.Б. Сорокин;

- Проект РНФ «Разработка новых бактерицидных поверхностей на основе изучения основных механизмов подавления возбудителей бактериальной и грибковой инфекции», рук. Д.В. Штанский;
- Проект РНФ по теме «Химически индуцированный фазовый переход в низкоразмерных структурах», рук. П.Б. Сорокин;
- Проект РНФ «Разработка гетерогенных наноструктурных материалов Fe(Pt, Ag)/BN для переработки углекислого газа», рук. А.С. Конопацкий;
- Проект РНФ по теме «Комплексное исследование адсорбентов на основе наночастиц

гексагонального нитрида бора для очистки сточных вод от лекарственных средств», рук. Л.Ю. Сорокина;

- Проект РНФ по теме «Гетерогенные катализаторы гидрирования углекислого газа на основе промотированных платиной и медью наночастиц нитридов железа и кобальта, нанесённых на частицы дефектного гексагонального нитрида бора», рук. Д.В. Лейбо;
- Программа повышения конкурентоспособности НИТУ «МИСИС», проект К2–220–023 по теме «Дизайн новых гетерогенных материалов для повышения качества жизни», рук. Д.В. Штанский.

Основные научно–технические достижения

- Разработан новый подход к синтезу α - MoSxOy и продемонстрирована его высокая активность в фотодеградациии красителя метиленового синего (МБ). На основе результатов спектроскопии комбинационного рассеяния света и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии, а также анализа с помощью теории функционала плотности (DFT) была предложена цепная структура α - MoSxOy , состоящая из кластеров MoS_3 с частичным замещением серы кислородом. При освещении ртутной лампой наногриды α - $\text{MoSxOy}/\text{h-BN}$ имеют удельную массовую активность при фотодеградациии МБ примерно $5,51 \text{ ммоль г}^{-1} \text{ ч}^{-1}$, что, по крайней мере, в четыре раза выше, чем опубликованные на данный момент значения для неметаллических катализаторов. Фотокатализатор оказался очень стабильным и его можно использовать повторно. Результаты опубликованы в журнале *Nanomaterials*;
- Четыре типа терапевтических агентов (антибиотик (гентамицин), антимикробный пептид (индолицидин), антиадгезивные молекулы (гепарин) и нитроксильные радикалы (2,2,5,5-тетраметил-3-карбоксил-пирролидин-1-оксил) были успешно присоединены к поверхности наноструктурированных биосовместимых пленок TiCaPCON посредством последовательной полимеризации в COOH -обогащенной плазме и обработки методом карбодиимидной химии. Все антибактериальные компоненты, связанные с поверхностью пленок $\text{COOH}/\text{TiCaPCON}$, показали свою эффективность в отношении чувствительных к антибиотикам клеток *E. coli* U20. Полученные результаты опубликованы в журнале *Surface & Coatings Technology*;
- Впервые показано, что сферические полые гексагональные наночастицы нитрида бора

(h-BN) со средним размером $\sim 100 \text{ нм}$ могут быть использованы как перспективные носители бактерицидных и фунгицидных агентов (наночастицы Ag и антибиотики). Наночастицы BN с минимальной дозой гентамицина (4 мас.%) проявляют сильное бактерицидное действие против 2-х видов штаммов *S. aureus*, 2 типа штаммов *P. aeruginosa* и 38 типов штаммов *E. coli*, в том числе, включая клетки, обладающие множественной лекарственной устойчивостью. Для остальных протестированных штаммов *E. coli*, наночастицы BN , легированные серебром, и конъюгированные с гентамицином наногриды Ag/BN показали превосходную бактерицидную активность. Продемонстрирована высокая фунгицидная активность нагруженных амфотерицином В наночастиц BN и Ag/BN , а также наногридов Ag/BN без антибиотиков в отношении клеток *C. albicans*, *C. auris*, *C. parapsilosis* и *N. Crassa*. Полученные результаты опубликованы в журнале *American Chemical Society Applied Materials Interfaces*;

- Разработан новый катализатор на основе нитрида бора и наночастиц железа и платины, демонстрирующий высокую степень переработки углекислого газа: конверсия CO_2 составила 25% при температуре 350 С, что в 10–15 раз выше, чем для типичного катализатора на основе железа. Результаты работы опубликованы в международном научном журнале *Journal of Catalysis*;
- Впервые продемонстрировать возможность контролируемого изменения хиральности углеродных нанотрубок. Это приближает данные наноструктуры к практическому применению в электронике и высокоточной сенсорике и делает возможным создание уникальных нанотранзисторов размером менее 3 нанометров. Помимо этого, был продемонстрирован эффект кванто-

вой интерференции при комнатной температуре. Результаты исследования опубликованы в ведущем международном научном журнале Science;

- Разработаны наноструктурированные повязки с медным покрытием, способные быстро высвободить ионы меди в жидкой среде. Данный материал имеет большие перспективы для перевязок ран благодаря интересному синергетическому эффекту: с одной стороны, быстрое высвобождение ионов меди убивает бактерии, с другой – стимулирует регенерацию тканей с активацией иммунных клеток. Результаты опубликованы в международном научном журнале Membranes;
- Разработан метод поверхностной функционализации сплавов Ti–Zr с целью придания им антибактериального эффекта. Имплантаты, обработанные по новому методу, заметно ускоряют и облегчают восстановление после травм. Результаты опубликованы в журнале Colloids and Surfaces B: Biointerfaces;
- Разработан новый гибридный материал, показывающий эффективность в полном преобразовании угарного газа в нетоксичный диоксид углерода уже при 190 градусах Цельсия. Полученный материал уже сейчас можно тестировать в системах очистки от вредных выбросов на промышленных предприятиях. Исследование было опубликовано в журнале Applied Catalysis B Environmental;
- Впервые получены композиты AlSi10Mg–h–BN, армированные фазами h–BN, AlN и AlB₂ методом аддитивных технологий и установлены основные закономерности фазовых и структурных превращений при 3D–печати. Результаты опубликованы в журнале J. Alloys Comp.;
- Получены высокопрочные композиты серий Al2014 (Al2) и Al7075 (Al7) с добавками гексагонального BN с использованием комбинации высокоэнергетического шарового размола и искрового плазменного спекания. Превосходные механические свойства объясняются сочетанием дисперсионного упрочнения по Оровану, высокой термической стабильностью армирующих фаз и упрочнением твердого раствора. Результаты опубликованы в журнале Mater. Sci. Eng. A.;
- Получены композиты на основе алюминия армированные наночастицами карбида кремния (SiC) с повышенными термомеханическими свойствами путем комбинации высокоэнергетического шарового размола порошковой смеси, ее обработки в СВЧ–аргоновой плазме и последующего искрового плазменного спекания. Результаты опубликованы в журнале Mater. Sci. Eng. A.

Подготовка специалистов высшей квалификации

В 2021 году в научно–исследовательской лаборатории проходили подготовку 11 аспирантов.

Основные публикации

1. D.M. Tang, S.V. Erohin, D.G. Kvashnin, V.A. Demin, O. Cretu, S. Jiang, L. Zhang, P.X. Hou, G. Chen, D.N. Futaba, Y. Zheng, R. Xiang, X. Zhou, F.C. Hsia, N. Kawamoto, M. Mitome, Y. Nemoto, F. Uesugi, M. Takeguchi, S. Maruyama, H.M. Cheng, Y. Bando, C. Liu, P.B. Sorokin, D. Golberg, Semiconductor nanochannels in metallic carbon nanotubes by thermomechanical chirality alteration Science 374, 6575, 1616–1620 (2021) (IF=47.728) Q1;
2. A.M. Kovalskii, I.N. Volkov, N.D. Evdokimenko, D.V. Leybo, I.V. Chepkasov, Z.I. Popov, A.T. Matveev, A.M. Manahov, E.S. Permyakova, A.S. Konopatsky, A.L. Kustov, D.V. Golberg, D.V. Shtansky, (Au and Pt)/ hexagonal BN nanohybrids in carbon monoxide oxidation and carbon dioxide hydrogenation reactions, Applied Catalysis B: Environmental 303 (2022) 120891 (IF=19.503) Q1 ;
3. X. Liu, S. Li, Z. Li, Y. Zhang, W. Yang, Z. Li, H. Liu, D.V. Shtansky, X. Fang, Boosted Responsivity and Tunable Spectral Response in B–site Substituted 2D Ca₂Nb_{3–x}Ta_xO₁₀ Perovskite Photodetectors, Advanced Functional Materials 31 (2021) 2101480 (IF=18.808) Q1;
4. P.B. Sorokin, B.I. Yakobson Two–dimensional diamond–diamane: Current state and further prospects, Nano Lett. 21(13) (2021) 5475–5484 (IF=11.189) Q1;
5. X. Liu, C. Yue, S.V. Erohin, Y. Zhu, A. Joshy, J. Liu, A.M. Sanchez, D. Graf, P.B. Sorokin, Z. Mao, J. Hu, J. Wei, Quantum transport of the 2D surface state in a nonsymmorphic semimetal, Nano Lett. 21(11) (2021) 4887–4893 (IF=11.189) Q1;
6. K.Y. Gudz, L.Yu. Antipina, E.S. Permyakova, A.M. Kovalskii, A.S. Konopatsky, S.Yu. Filippovich, I.A. Dyatlov, P.V. Slukin, S.G. Ignatov, D.V. Shtansky, Antibiotic–loaded and Ag–doped hexagonal boron nitride nanoparticles as promising carriers to fight

- bacterial and fungal infections, *ACS Appl. Mater. Interfaces* 20(13) (2021) 23452–23468 (IF=9.229) Q1;
7. Y. Yang, X. Yang, L. Yan, Y. Bai, S. Li, P. Sorokin, L. Shao. Biomimetic nanoparticle–engineered superwetable membranes for efficient oil/water separation, *J. Memb. Sci.* 618 (2021) 118525 (IF=8.742) Q1;
 8. Konopatsky A.S., Firestein K.L., Evdokimenko N.D., Baidyshev V.S., Chepkasov I.V., Popov Z.I., Matveev A.T., Shetinin I.V., Leybo D.V., Volkov I.N., Kovalsky A.M., Golberg D., Shtansky D.V., Microstructure and catalytic properties of $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{BN}$, $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{Pt})/\text{BN}$, and FePt/BN Nanohybrids in CO_2 hydrogenation reaction: experimental and theoretical insights, *Journal of Catalysis* 402 (2021) 130–142 (IF=7.92) Q1;
 9. A.E. Goldt, O.T. Zarembo, M.O. Bulavskiy, F.S. Fedorov, K.V. Larionov, A.P. Tsapenko, Z.I. Popov, P. Sorokin, A.S. Anisimov, H. Inani, J. Kotakoski, K. Mustonen, A.G. Nasibulin, Highly efficient bilateral doping of single-walled carbon nanotubes, *J. Mater. Chem. C* 9 (2021) 4514–4521 (2021) (IF=7.076) Q1;
 10. E.S. Permyakova, A.M. Manakhov, P.V. Kiryukhantsev–Korneev, A.N. Sheveyko K.Yu. Gudz, A.M. Kovalskii, J. Polčák, I.Y. Zhitnyak, N.A. Gloushankova, I.A. Dyatlov S.G. Ignatov, S. Ershov, D.V. Shtansky, Different concepts for creating antibacterial yet biocompatible surfaces: adding bactericidal element, grafting therapeutic agent through COOH plasma polymer and their combination, *Applied Surface Science* 556 (2021) 149751. (IF=6.707) Q1;
 11. A.S. Konopatsky, D.G. Kvashnin, S. Corthay, Ivan Boyarintsev, K.L. Firestein, Anton Orekhov, Natalya Arkharova, D.V. Golberg, D.V. Shtansky, Microstructure evolution during Al10SiMg molten alloy/BN microflakes interactions in metal matrix composites obtained through 3D printing, *J. Alloys Comp.* 859 (2021) 157765 (IF=5.316) Q1 ;
 12. A.S. Konopatsky, T.O. Teplyakova, D. Popova, K.Yu. Vlasova, S.D. Prokoshkin, D.V. Shtansky, Surface modification and antibacterial properties of superelastic Ti–Zr–based alloys for medical application, *Colloids Surface B: Biointerfaces* 209 (Part 1) (2022) 112183. (IF=5.268) Q1;
 13. M.K. Kutzhanov, A.T. Matveev, D.G. Kvashnin, S. Corthay, F.N. Jalolov, A.G. Kvashnin, A.S. Konopatsky, D.V. Leybo, A.V. Bondarev, N.A. Arkhipova, D.V. Shtansky, Al/SiC composites with enhanced thermomechanical properties obtained from microwave plasma–treated nanopowders, *Mater. Sci. Eng. A* 824 (2021) 141817. (IF=5.234) Q1;
 14. S. Corthay, K.L. Firestein, D.G. Kvashnin, M. Kutzhanov, A. Matveev, A.M. Kovalskii, D.V. Leybo, D.V. Golberg, D.V. Shtansky, Elevated–temperature high–strength h–BN–doped Al2014 and Al7075 composites: experimental and theoretical insight, *Mater. Sci. Eng. A* 809 (2021) 140969 (IF=5.234) Q1;
 15. A.T. Matveev, A.S. Konopatsky, D.V. Leybo, I.N. Volkov, A.M. Kovalskii, L.A. Varlamova, P.B. Sorokin, X. Fang, D.V. Shtansky, Amorphous $\text{MoS}_x\text{O}_y/\text{h–BN}_x\text{O}_y$ Nanohybrids: Synthesis and Dye Photodegradation, *Nanomaterials* 11 (2021) 3232 (IF=5.097) Q1.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

Опубликовано 26 статей в рецензируемых научных журналах, из них 20 статей в журналах 1 квартиля.

Контактная информация

Штанский Дмитрий Владимирович, заведующий лабораторией

8 (499)–236–66–29

shtansky@shs.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–ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ БИОФИЗИКИ



**Ерофеев Александр
Сергеевич, заведующий
лабораторией, канд. физ.–мат.
наук**

Научно–исследовательская лаборатория Биофизики (НИЛ Биофизики) создана в 2020 году в целях реализации Программы повышения конкурентоспособности НИТУ «МИСИС» среди ведущих мировых научно–образовательных центров, Плана мероприятий по реализации Программы повышения 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». Инфраструктура лаборатории позволяет проводить комплексные исследования функциональных свойств поверхности живых биологических объектов с наноразмерным разрешением. Исследования лаборатории носят международный характер, ведется активное сотрудничество с Имперским Колледжем Лондона (Великобритания).

Деятельность лаборатории направлена на решение практических задач в областях биомедицины. Научный коллектив лаборатории ведет исследования в следующих направлениях:

- уникальные сенсоры на основе технологии наноразмерного транзистора;
- методики исследования функциональных свойств поверхности живых биологических объектов с наноразмерным разрешением;
- методики изучения локальной активности ионных каналов;
- уникальные методы тестирования лекарственных препаратов путем измерения активных форм кислорода в опухолях на животных моделях.

Кадровый потенциал подразделения

2 профессора, 2 доктора наук, 9 кандидатов наук,

1 Ph.D., 6 аспирантов, 8 студентов

1. Ерофеев Александр Сергеевич, к.ф.–м.н., (заведующий лабораторией);
2. Корчев Юрий Евгеньевич, к.б.н., профессор, (научный руководитель лаборатории);
3. Pavel Novak, Ph.D., главный научный сотрудник;
4. Максимов Георгий Владимирович, д.б.н., профессор;
5. Дубровин Евгений Владимирович, д.ф.–м.н., главный научный сотрудник;
6. Горелкин Петр Владимирович, к.ф.–м.н., старший научный сотрудник;
7. Красновская Ольга Олеговна, к.х.н.; старший научный сотрудник;
8. Акасов Роман Александрович, к.х.н, научный сотрудник ИБХ РАН;
9. Ямансаров Эмиль Юлаевич, к.х.н.; старший научный сотрудник;
10. Браже Надежда Александровна, к.б.н.;
11. Паршина Евгения Юрьевна, к.б.н.;
12. Юсипович Александр Иванович, к.б.н.;
13. Ванеев Александр Николаевич, аспирант;
14. Колмогоров Василий Сергеевич, аспирант;
15. Спектор Даниил Викторович, аспирант;
16. Тимошенко Роман Викторович, аспирант;
17. Савин Никита Александрович, аспирант;
18. Руденко Алина Валерьевна, аспирант.

Общий объем финансирования лаборатории составляет около 500 млн. рублей (с 2019 по 2024 гг.)

Наиболее крупные проекты

- Проект РФФИ №19-79-30062 «Технология создания биоэлектронных интерфейсов для считывания сигналов и управления нейронными клетками», руководитель – Г.В. Максимов (2019–2022 гг.);
- Проект РФФИ №19-19-00626 «Разработка высокоскоростного сканирующего ион-проводящего микроскопа для изучения динамических процессов мембран живых клеток», руководитель – Ю.Е. Корчев (2019–2021 гг.);
- Проект РФФИ №20-14-00312 «Изучение механизмов возникновения болезни Альцгеймера методом сканирующей ион-проводящей микроскопии», руководитель – П.В. Горелкин (2020–2022 гг.);
- Программа академического лидерства «Приоритет – 2030» (2021–2030 гг.).

Основные научно-технические достижения

В лаборатории был разработан уникальный наноразмерный сенсор на основе двухканального капилляра для одновременного определения pH и АФК и проведены исследования на единичных клетках гиппокампальных нейронов крысы, астроцитов и клетках нейробластомы;

Разработана методика изучения локальной активности ионных каналов и исследованы механические свойства клеток нейтрофилов;

Разработан уникальный метод тестирования лекарственных препаратов путем измерения активных форм кислорода в опухолях на животных моделях;

В 2021 году успешно завершен проект РФФИ №19-19-00626 в результате которого был разработан рабочий макет высокоскоростного сканирующего ион-проводящего микроскопа для изучения динамических процессов мембран живых клеток;

В рамках 3 этапа проекта РФФИ №19-79-30062 были разработаны и изготовлены прототипы биоэлектронного интерфейса для управления и считывания сигналов нейронных клеток и приложения для регистрации *in vitro* функционирования различных нервных клеток. Было разработано программное обеспечение для сбора и обработки данных с Биоинтерфеса и Наносенсоров.

Подготовка специалистов высшей квалификации

В лаборатории осуществляется подготовка специалистов высшей квалификации: четырех бакалавров, двух IPhD, двух магистров и трех аспирантов.

Основные публикации

1. PSMA-targeted small-molecule docetaxel conjugate: Synthesis and preclinical evaluation (European Journal of Medicinal Chemistry, 2022) Q1;
2. Raman Spectroscopy and Its Modifications Applied to Biological and Medical Research (Cells, 2022) Q1;
3. Direct Electrochemical Visualization of the Orthogonal Charge Separation in Anatase Nanotube Photoanodes for Water Splitting (ACS Catalysis 2022) Q1;
4. Cobalt ferrite nanoparticles for tumor therapy: Effective heating versus possible toxicity (Nanomaterials, 2022) Q1;
5. Synthesis, Characterization, and Preclinical Evaluation of a Small-Molecule Prostate-Specific Membrane Antigen-Targeted Monomethyl Auristatin e Conjugate (Journal of Medicinal Chemistry, 2021) Q1;
6. Mapping mechanical properties of living cells at nanoscale using intrinsic nanopipette-sample force interactions (Nanoscale, 2021) Q1;
7. New Fe-Cu bimetallic coordination compounds based on ω -ferrocene carboxylic acids and 2-thioimidazol-4-ones: structural, mechanistic and biological studies (Inorganic chemistry frontiers, 2021) Q1;
8. Noncontact Nanoscale Imaging of Cells (Annual Review of Analytical Chemistry this link is disabled, 2021) Q1;
9. Dispirooxindoles Based on 2-Selenoxo-Imidazolidin-4-Ones: Synthesis, Cytotoxicity and ROS Generation Ability (International Journal of Molecular Sciences, 2021) Q1;

10. Discovery of Bivalent GalNAc–Conjugated Betulin as a Potent ASGPR–Directed Agent against Hepatocellular Carcinoma (Bioconjugate Chem., 2021) Q1;
11. Alternative mechanism of action of the DNP PtIV prodrug: intracellular cisplatin release and the mitochondria–mediated apoptotic pathway (Dalton Transactions, 2021) Q1.
12. Copper–containing nanoparticles and organic complexes: Metal reduction triggers rapid cell death via oxidative burst (International Journal of Molecular Sciences, 2021) Q1;
13. Synthesis and Biological Evaluation of PSMA Ligands with Aromatic Residues and Fluorescent Conjugates Based on Them (Journal of Medicinal Chemistry, 2021) Q1;
14. Pt(IV) prodrugs with nsAIDs as axial ligands (International Journal of Molecular Sciences, 2021) Q1;
15. Scanning ion–conductance microscopy methods for studying local mechanical properties of living cells (Microscopy and Microanalysis, 2021) Q1.

По результатам исследований коллектива НИЛ в 2021 г. опубликовано более 20 статей, в том числе, более 10 в Web of Science или Scopus в 1 квартале.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

По результатам исследований коллектива НИЛ в 2021 г. опубликовано более 20 статей, в том числе, более 10 в Web of Science или Scopus в 1 квартале, а также было подано 2 заявки на патент.

Коллективом лаборатории была организована школа–конференция «Сканирующая зондовая микроскопия для биологических систем – 2021».

Конференции

1. Конгресс “Microscopy and microanalysis 2021” с 1 по 5 августа 2021. Темы докладов: «Electrochemical detection and imaging of reactive oxygen species in single living cells», «Scanning ion–conductance microscopy methods for studying local mechanical properties of living cells», «Cell stretcher based on single–crystal bimorph piezoelectric actuators», «Correlative quantitative nanomechanical mapping and confocal imaging of living cells by scanning ionconductance microscopy», «Application of the scanning ion–conductance microscopy (SICM) in study of voriconazole impact on Candida parapsilosis surface structure»;
2. Конференция BPS 2021 Annual Meeting. Темы докладов: «Comparison of Different Scanning Ion–Conductance Microscopy Methods to Study Local Mechanical Properties of Living Cells», «Antimicrobial Activity of Antifungal Drugs on Candida Parapsilosis Studied by Scanning Ionconductance Microscopy (SICM)», «Studying the Local Young’s Modulus of PC–3 Cells Via Scanning Ion–Conductance Microscopy», «Electrochemical Method for Real–Time ROS Measurements in Single Cells»;
3. Конференция «13th EBSA European Biophysics Congress Vienna» (Австрия) 26 июля. Темы докладов: «Simultaneous cytoskeletal stiffness mapping and confocal imaging of living cells by scanning ionconductance microscopy»;
4. 3–я Международная гибридная школа–конференция «Сканирующая зондовая микроскопия для биологических систем – 2021» 24–26 ноября 2021 г. Москва. Темы докладов: «Высокопрецизионная система подачи гидростатического давления как дополнение для сканирующего ионпроводящего микроскопа для изучения биофизических свойств живых клеток», «ГКР–наносенсоры для исследования патологий митохондрий и эритроцитов», «Electrochemical detection of reactive oxygen species in vitro/in vivo».

Контактная информация

Ерофеев Александр Сергеевич, заведующий лабораторией

Erofeev.AS@misis.ru

Преловская Александра Олеговна, инженер

Prelovskaya.AO@misis.ru

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КОНСТРУКЦИОННЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ»



**Московских Дмитрий
Олегович, директор центра,
канд. техн. наук**

Центр имеет компетенции в области современных методов синтеза и характеристики неорганических наноматериалов 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 создания наноструктур с заданными эксплуатационными характеристиками. Научная деятельность направлена на выработку фундаментальных подходов и обобщенных критериев для управляемого синтеза, умной инженерии материалов различных классов с возможностью настройки их морфоструктурными особенностями для получения целевых свойств.

Основные направления исследований

- Сверхвысокотемпературная керамика (карбиды, бориды, нитриды, карбонитриды) для теплозащиты узлов космических аппаратов в экстремальных условиях;
- Наноструктурированные катализаторы гидрирования CO₂, окисления CO (например, нанокompозиты графен – Cu и графен – CuNi);
- Нанокompозиты и двумерные материалы (карбидные и нитридные максены, высокоэнтропийные максены) для высокоэффективных катализаторов электролиза водорода, элементов полупроводниковых газовых сенсоров, перовскитных солнечных элементов и литиевых аккумуляторов и т.д.;
- Высокоэнтропийная бескислородная керамика (например, (HfTaTiNbZr)C) для создания теплоизоляционных материалов нового поколения;
- Высокоэнтропийные сплавы;
- Нанокompозитные алюминиевые, интерметаллидные и низко модульные титановые сплавы для применения в 3D печати (SLM).

Кадровый потенциал подразделения

Докторов наук: 2 чел., кандидатов наук: 9 чел., аспирантов: 3 чел., инженерно-технических работников: 4 чел., магистрантов задействованных в НИР: 2 чел.

20 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Основные научно-технические достижения

- Разработана новая сверхвысокотемпературная керамика с высокими механическими свойствами и высокой стойкостью к окислению – тантал-гафниевый карбонитрид. Благодаря уникальному сочетанию свойств, данный материал может быть использован в качестве теплозащиты. Исследование механизмов фазо- и структурообразования в системе Ta–Hf–C–N внесло неоспоримый вклад в понимание процессов фильтрационного горения многокомпонентных соединений. Результаты исследования опубликованы в *Ceramics International*;
- Разработан новый композиционный материал Hf(C,N)–SiC с на основе «рекордсмена» по тугоплавкости – карбонитрида гафния. Установлено, что введение карбида кремния способствует повышению окислительной стойкости карбонитрида гафния, а также повышает его теплопроводность, что делает данный компо-

зит более привлекательным для высокотемпературных применений;

- Предложен и экспериментально опробован инструмент для оптимизации синтеза катализаторов окисления CO на основе вероятностно-детерминированного подхода к планированию эксперимента. Многопараметрический анализ (5 параметров на 4 уровнях) с одновременным изменением нескольких параметров был проведен для оптимизации синтеза высокоактивного и стабильного катализатора на основе кобальта методом горения реакционных растворов. Результаты исследования опубликованы в статье *Ceramics International* 47 (2021);
- Разработан способ синтеза однофазных наноматериалов на основе биметаллических CoCu, CoNi, CoFe, FeNi систем. Все полученные наноматериалы характеризуются тонкой кристалличностью с размерами кристаллитов от 15 нм до 41 нм. Метод основан на прохождении быстротечной высокоэкзотермической реакции в растворах нитратов соответствующих металлов и топливной смеси, содержащей гексаметиленetetрамин и лимонную кислоту. Благодаря более высокой стабильности в растворах, смешанное топливо может быть использовано для промышленного производства полиметаллических наноматериалов. Результаты исследования опубликованы в статье *Nano-Structures & Nano-Objects* 26, 100727 (2021);
- Разработан быстрый одностадийный способ синтеза нового четверного антиперовскитного

нитрида ($\text{Co}_{0,33}\text{Cu}_{0,33}\text{Ni}_{0,33}\text{N}_4$) и тройного сплава CoCuNi в качестве примеров многокомпонентных наноматериалов на основе переходных металлов. Синтезированные наноматериалы имеют уникальные полую сферическую и губчатую морфологии. Полученный сплав характеризуется высокой намагниченностью насыщения и может быть рекомендован для применения в качестве мягких магнитных материалов. Изучение реакции гидрирования нитридной фазы показало ее эффективность в качестве мобильного источника аммиака. Результаты исследования опубликованы в статье *Nano-Structures & Nano-Objects* 28, 100796 (2021);

- Разработан экологичный и экономичный способ модификации инертных гранулированных материалов для повышения эффективности водоподготовки в системах питьевого водоснабжения. Материал эффективнее аналогов в 3,5 раза, *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 2021 9(4), 105712;
- Разработана технология комплексной переработки отходов водоподготовки в гипс и вяжущие высокого качества (до G23). Определены параметры переработки позволяющие управлять размером и формой частиц синтезируемого гипса. Получен ангидрит из отходов производств в системе $\text{CaCO}_3\text{-H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$ в одну стадию, в водной среде при 45 С и атмосферном давлении. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*. 2021, 96(7), 2065–2071.

Основные публикации

1. Buinevich, V.S., Nepapushev, A.A., Moskovskikh, D.O., Kuskov, K.V., Yudin, S.N., Mukasyan, A.S.; Ultra-high-temperature tantalum-hafnium carbonitride ceramics fabricated by combustion synthesis and spark plasma sintering (2021) *Ceramics International*, 47 (21), pp. 30043–30050;
2. Romanovski, V., Romanovskaia, E., Moskovskikh, D., Kuskov, K., Likhavitski, V., Arslan, M.F., Beloshapkin, S., Matsukevich, I., Khort, A.; Recycling of iron-rich sediment for surface modification of filters for underground water deironing (2021) *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9 (4), 105712;
3. Buinevich, V.S., Nepapushev, A.A., Moskovskikh, D.O., Trusov, G.V., Kuskov, K.V., Mukasyan, A.S.; Mechanochemical synthesis and spark plasma sintering of hafnium carbonitride ceramics (2021) *Advanced Powder Technology*, 32 (2), pp. 385–389;
4. Kuskov, K.V., Abedi, M., Moskovskikh, D.O., Serhiienko, I., Mukasyan, A.S.; Comparison of conventional and flash spark plasma sintering of cu-cr pseudo-alloys: Kinetics, structure, properties (2021) *Metals*, 11 (1), статья № 141, pp. 1–16;
5. Roslyakov, S., Yermekova, Z., Trusov, G., Khort, A., Evdokimenko, N., Bindiug, D., Karpenkov, D., Zhukovskyi, M., Degtyarenko, A., Mukasyan, A.; One-step solution combustion synthesis of nanostructured transition metal antiperovskite nitride and alloy (2021) *Nano-Structures and Nano-Objects*, 28, 100796;
6. Yermekova, Z., Roslyakov, S., Trusov, G., Leybo, D., Bindiug, D., Mukasyan, A.; Optimization of the fabrication parameters of the Co3O4/SiO2 supported ceramic catalyst for CO gas conversion: Design of experiment for solution combustion synthesis (2021) *Ceramics International*, 47 (9), pp. 12935–12940;
7. Chernyak, S.A., Stolbov, D.N., Maslakov, K.I., Maksimov, S.V., Kazantsev, R.V., Eliseev, O.L.,

- Moskovskikh, D.O., Savilov, S.V.; Consolidated Co- and Fe-based Fischer-Tropsch catalysts supported on jellyfish-like graphene nanoflake framework (2021) *Catalysis Today*;
8. Novitskii, A., Serhienko, I., Nepapushev, A., Ivanova, A., Sviridova, T., Moskovskikh, D., Voronin, A., Miki, H., Khovaylo, V.; Mechanochemical synthesis and thermoelectric properties of TiFe₂Sn Heusler alloy (2021) *Intermetallics*, 133, 107195;
 9. Kamarou, M., Korob, N., Hil, A., Moskovskikh, D., Romanovski, V.; Low-energy technology for producing anhydrite in the CaCO₃-H₂SO₄-H₂O system derived from industrial wastes (2021) *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 96 (7), pp. 2065-2071;
 10. Khort, A., Roslyakov, S., Loginov, P.; Solution combustion synthesis of single-phase bimetallic nanomaterials (2021) *Nano-Structures and Nano-Objects*, 26, 100727.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

- в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 47;
- объектов интеллектуальной собственности, аттестованных методик – 2;
- конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения – 3.

Контактная информация

Московских Дмитрий Олегович, директор центра

8 915 253 1000

mos@misis.ru

НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ



**Ховайло Владимир
Васильевич, заместитель
директора по научной работе,
д-р физ.-мат. наук**

За прошедшее с момента создания в 2012 году научно-образовательный центр энергоэффективности вышел на траекторию устойчивого развития экспериментальной базы и усиления кадрового потенциала. Разработанные сотрудниками Центра ряд образовательных курсов («Магнитные свойства функциональных материалов», «Сверхбыстрая спиновая динамика», «Энергоэффективные материалы и технологии», «Наноструктурные термоэлектрики») успешно используются в образовательном процессе при подготовке бакалавров и магистров в области энергоэффективных материалов и технологий. Экспериментальная инфраструктура Центра активно задействована при выполнении научно-исследовательских работ и подготовке ВКР бакалаврами, магистрами и аспирантами, а также для проведения стажировки научными сотрудниками внешних (в том числе иностранных) учебных и научных организаций. В 2021 году проведена подготовка инфраструктуры для монтажа и ввода в эксплуатацию современного экспериментального оборудования: криогенной мельницы и установки для дуговой/индукционной плавки.

Основные научные направления деятельности

- разработка наноструктурных термоэлектрических материалов с наполнителями из магнитоактивных сплавов и соединений;
- изготовление и изучения свойств композитов на основе низко- и среднетемпературных термоэлектрических материалов и углеродных нанотрубок;
- синтез и исследование структурных, магнитных, транспортных и термоэлектрических свойств сплавов Гейслера;
- исследование структурных, магнитных и магнитокалорических свойств фаз Лавеса, твердых растворов гадолиния и родственных материалов для технологии магнитного охлаждения и ожижения криогенных газов;
- разработка постоянных магнитов нового поколения на основе 3d- и 4d-переходных интерметаллических сплавов и соединений;
- исследование материалов с топологически нетривиальными спиновыми структурами.

Кадровый потенциал подразделения

6 докторов наук (д.ф.-м.н. Бучельников В.Д., д.ф.-м.н. Иванов Б.А., д.ф.-м.н. Иванов О.Н., д.ф.-м.н. Соколовский В.В., д.ф.-м.н. Таскаев С.В., д.ф.-м.н. Ховайло В.В.) и 10 кандидатов наук (к.ф.-м.н. Богач А.В., к.ф.-м.н. Васильев А.Е., к.ф.-м.н. Воронин А.И., к.ф.-м.н. Карпенков Д.Ю., к.т.н. Коныхов Ю.В., к.ф.-м.н. Новицкий А.П., к.ф.-м.н. Смирнов А.Ю., PhD Третьяков О.А., к.ф.-м.н. Усенко А.А., к.ф.-м.н. Япрынцева М.В.). Кадровая политика Центра нацелена на привлечение талантливых молодых исследователей – инженеров, аспирантов и студентов. В настоящее время в Центре работает 5 инженеров, 7 аспиранта и 5 студентов, которые принимают активное участие в научно-исследовательской работе под руководством ведущих научных сотрудников Центра.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ, проводимых под руководством сотрудников Центра в 2021 г. превысил 16 млн. рублей. Работы проводились в рамках Российского научного фонда (2 проекта), программы 5/100 НИТУ «МИСиС» (2 проекта), хоздоговоров и подрядов с коммерческими структурами.

16 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Основные научно–технические достижения

- Двойное изовалентное легирование (In и Sb) халькогенидов висмута позволяет существенно понизить теплопроводность и управлять плотностью электронных состояний. Искажения кристаллической структуры Bi_2Te_3 , возникающие при таком допировании, вносят значительный вклад в рассеяние фононов, что позволяет понизить теплопроводность до значений $\sim 0,35 \text{ Вт}(\text{м}\times\text{К})^{-1}$ при 473 К. Теоретические расчеты электронной структуры методом теории функционала плотности результаты показали наличие глубоких дефектных уровней в валентной зоне, влияющие на электронно–транспортные свойства системы. Таким образом, двойное легирование индием и сурьмой позволяет с одновременно увеличить плотность состояний вблизи уровня Ферми и существенно уменьшить теплопроводность за счет роста процессов рассеяния акустических фононов;
- Сплав Гейслера Fe_2TiSn может быть получен путем механохимического синтеза прекурсоров металлов с последующим искровым плазменным спеканием. Термоэлектрическая добротность образца, изготовленного при оптимальных параметрах механохимической обработки, сопоставима с таковой для Fe_2TiSn , синтезированного традиционным способом. Таким образом, наши результаты показывают, что механохимический синтез является простым, масштабируемым и экономичным способом получения термоэлектрических сплавов Гейслера и родственных соединений.

Основные публикации

1. V.V. Khovaylo and S.V. Taskaev “Magnetic refrigeration: from theory to applications” <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815732-9.00132-7>. In: A.–G. Olabi (Ed.) “Encyclopedia of Smart Materials” V. 5, pp. 407–417 (Oxford: Elsevier, 2021) ISBN 9780128157329;
2. A. El-Khouly, A.M. Adam, Y. Altowairqi, I. Serhienko, E. Chernyshova, A. Ivanova, V.L. Kurichenko, A. Sedegov, D. Karpenkov, A. Novitskii, A. Voronin, Yu. Parkhomenko, V. Khovaylo “Transport and thermoelectric properties of Nb–doped $\text{FeV}_{0.64}\text{Hf}_{0.16}\text{Ti}_{0.2}\text{Sb}$ half–Heusler alloys synthesized by two ball milling regimes” *Journal of Alloys and Compounds* 890, 161838 (2021) DOI: 10.1016/j.jallcom.2021.161838;
3. A. El-Khouly, A.M. Adam, E.M.M. Ibrahim, Ayman Nafady, D. Karpenkov, A. Novitskii, A. Voronin, V. Khovaylo, E.M. Elsehly “Mechanical and thermoelectric properties of FeVSb –based half–Heusler alloys” *Journal of Alloys and Compounds* 886, 161308 (2021) DOI: 10.1016/j.jallcom.2021.161308 0925–8388;
4. V. Bhardwaj, A. Bhattacharya, S. Srivastava, V. Khovaylo, J. Sannigrahi, N. Banerjee, B. Mani, R. Chatterjee “Strain driven emergence of topological non–triviality in YPdBi thin films” *Scientific Reports* 11, 7535 (2021) DOI: 10.1038/s41598-021-86936-2;
5. A. Novitskii, I. Serhienko, A. Nepapushev, A. Ivanova, T. Sviridova, D. Moskovskikh, A. Voronin, H. Miki, V. Khovaylo, “Mechanochemical synthesis and thermoelectric properties of TiFe_2Sn Heusler alloy” *Intermetallics* 133, 107135 (2021) DOI: 10.1016/j.intermet.2021.107195.
6. A.P. Novitskii, V.V. Khovaylo, T. Mori “Recent developments and progress on BiCuSeO based thermoelectric materials” *Nanobiotechnology Reports* 16, 294–307 (2021); DOI: 10.1134/S2635167621030150;
7. J.–D. Musah, A.M Ilyas, A. Novitskii, I. Serhienko, K.O. Egbo, G. Saianand, V. Khovaylo, S. Kwofie, Kin Man Yu, V.A.L. Roy, “Effective decoupling of Seebeck coefficient and the electrical conductivity through isovalent substitution of erbium in bismuth selenide thermoelectric material” *Journal of Alloys and Compounds* 857, 157559 (2020); DOI: 10.1016/j.jallcom.2020.157559;
8. J.–D. Musah, C. Guo, A. Novitskii, I. Serhienko, A.E. Adesina, V. Khovaylo, C.–M.L. Wu, J.A. Zapien, V.A.L. Roy, “Ultralow thermal conductivity in dual–doped n–type Bi_2Te_3 material for enhanced thermoelectric properties” *Advanced Electronic Materials* 7, 2000910 (2021) DOI: 10.1002/aelm.202000910.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

- количество статей в Web of Science и Scopus с исключением дублирования: 3; в том числе в журналах из первого квартиля по направлению: 11
- количество исследователей, прошедших стажировку на базе Центра, чел.: 1

Контактная информация

Кузнецов Денис Валерьевич, директор

dk@misis.ru

119049, Москва, Ленинский проспект, дом 4, ауд. Б-307, подр. № 517.

Ховайло Владимир Васильевич, заместитель директора по научной работе

8-499-237-22-26

khovaylo@misis.ru

ЦЕНТР ИНФРАСТРУКТУРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И ПАРТНЕРСТВА MEGASCIENCE



Дубинин Михаил Николаевич, руководитель центра, д-р физ.-мат. наук, профессор



Голутвин Андрей Игоревич, научный руководитель, профессор (ЦЕРН и Imperial College, London)

Центр MegaScience НИТУ МИСИС развивает исследования новых материалов и технологий для создания современных детекторов частиц, отвечающих высоким требованиям экспериментов мирового уровня по физике высоких энергий, а также проводит моделирование процессов взаимодействия частиц в детекторах и физический анализ данных, полученных в экспериментах LHCb и SND @ LHC Большого адронного коллайдера (БАК) Европейского центра ядерных исследований (ЦЕРН).

Цель работы Центра – разработка новых и оптимизация существующих технологий для изготовления детекторов заряженных частиц и элементов мюонной

защиты, разработка системы контроля детекторов и проведение анализа физических данных по распадам мезонов, содержащих тяжелые кварки s и b .

Направления исследования

- модернизация электромагнитного калориметра детектора LHCb ЦЕРН для работы с повышенной светимостью до $1,5 \cdot 10^{34} \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$;
- модернизация трековой системы эксперимента LHCb;
- моделирование полуплептонных распадов D и B -мезонов в детекторе LHCb;
- разработка магнитного модуля для мюонной защиты детектора SHiP ЦЕРН;
- детектирование нейтрино при помощи ядерных эмульсий, разработка проекта эксперимента SND @ LHC ЦЕРН.

Кадровый потенциал подразделения

Среди 29 сотрудников подразделения 10 аспирантов и 13 исследователей в возрасте до 39 лет. В подразделении 10 сотрудников с индексом Хирша более двадцати.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г. составил 26.8 млн.руб. Финансирование открыто в рамках гос. программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030»

26,8 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Основные научно-технические достижения

Центром MegaScience внесен значительный вклад в проекты LHCb, SND @ LHC и SHiP Европейского центра ядерных исследований, в рамках которого к

важным научно-техническим достижениям следует отнести:

- создание и исследование на выведенном электронном пучке модуля электромагнитного калориметра типа SPACAL с поглотителем на основе сплавов свинца, изготовленным методом литья, пригодным для массового производства;
 - разработка система контроля влажности для тепло- и газо-изолированных объемов, используемых в полупроводниковых трековых детекторах;
 - разработка и оптимизация элементов мюонной защиты на основе анизотропной электротехнической стали;
 - изготовление детекторов заряженных частиц на основе ядерных эмульсий, серийное производство которых организовано на базе ООО «АВК СЛАВИЧ» (г. Переславль-Залесский).
- Начата установка детекторов в тоннеле БАК для запуска и начала набора данных в 2022 г.

Основные публикации

1. Aleksandrov, A. B.; Dashkina, A. B.; Konovalova, N. S.; ... Shchedrina, T., V, Search for weakly interacting massive dark matter particles: state of the art and prospects // УФН, 2021, том 191, номер 9, с. 905–936, DOI: 10.3367/UFNr.2020.11.038872;
2. Chichay K., Rodionova V., Zhukova V., Ipatov M., Perov N., Gorshenkov M., Andreev N., Zhukov A. Tunable domain wall dynamics in amorphous ferromagnetic microwires, Journal of Alloys and Compounds, 2020, 835, статья № 154843;
3. Gorshenkov M.V., Karpenkov D.Y., Sundeev R.V., Cheverikin V.V., Shchetinin I.V. Magnetic properties of Mn–Al alloy after HPT deformation, Materials Letters, 2020, 272, статья № 127864;
4. Shikoh A.S., Polyakov A.Y., Smirnov N.B., Shchemerov I.V., Saranin D.S., Didenko S.I., Kuznetsov D.V., Agresti A., Pescetelli S., Di Carlo A. Ion Dynamics in Single and Multi-Cation Perovskite, ECS Journal of Solid State Science and Technology, 2020, 9 (6), статья № 065015;
5. Kir'yanov, A.V., Halder, A., Sekiya, E., Saito, K., Barmenkov, Y.O., Minkovich, V.P., Didenko, S.I., Legotin, S.A., Tapero, K.I. Impact of electron irradiation upon optical properties of Bismuth/Yttria codoped phosphosilicate fiber, Optics and Laser Technology, 2020, 128, статья № 106245;
6. R. Aaij et al. [LHCb], First measurement of the CP-violating phase in $BO_s \rightarrow J/\psi(\rightarrow e^+e^-)\phi$ decays, Eur. Phys. J. C, 2021, 81, 11, 1026 (arXiv:2105.14738 [hep-ex]);
7. R. Aaij et al. [LHCb], Angular analysis of the rare decay $BO_s \rightarrow \phi\mu^+\mu^-$, JHEP, 2021, 11, 043 (arXiv:2107.13428[hep-ex]);
8. R. Aaij et al. [LHCb], Observation of the suppressed $\Lambda Ob \rightarrow D\rho K^-$ decay with $D \rightarrow K^+\pi^-$ and measurement of its CP asymmetry, Phys. Rev. D, 2021, 104, no.11, 112008 (arXiv:2109.02621 [hep-ex]);
9. R. Aaij et al. [LHCb], Branching Fraction Measurements of the Rare $BO_s \rightarrow \phi\mu^+\mu^-$ and $BO_s \rightarrow f_2'(1525)\mu^+\mu^-$ Decays, Phys. Rev. Lett. 2021, 127, 15, 151801 (arXiv:2105.14007 [hep-ex]);
10. R. Aaij et al. [LHCb], Tests of lepton universality using $BO \rightarrow KOS l^+l^-$ and $B^+ \rightarrow K^*l^+l^-$ decays, arXiv:2110.09501 [hep-ex];
11. Salzano et al. [SHIP], The BIM-based Integrated Design of the SHiP Project Decay Volume, IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng., 2021, 1044, 1, 012009;
12. Ahdida et al. [SHiP], Track reconstruction and matching between emulsion and silicon pixel detectors for the SHiP-charm experiment, arXiv:2112.11754 [physics.ins-det].

Количество публикаций Центра в научных изданиях категории Q1 и Q2 в 2021 г. составляет всего 55, из них 45 категории Q1.

Контактная информация

Красильникова Юлия Олеговна, и.о. заместителя директора центра
yulia@misis.ru
119049 Москва, Ленинский просп. д.4, стр.1, Б-707

ЦЕНТР КВАНТОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ НТИ



Курочкин Юрий Владимирович, директор центра, канд. физ.-мат. наук

Центр компетенций Национальной технологической инициативы «Квантовые коммуникации» – уникальная научно-образовательная организация России, созданная на базе НИТУ «МИСИС», Российского квантового центра, а также ряда образовательных, научных, инновационных и промышленных предприятий, входящих в Консорциум.

Стратегическая цель Центра НТИ – создание долгосрочной структуры, обеспечивающей конвертацию фундаментальных исследований в прикладные, и дальнейший переход прикладных исследований в коммерческие продукты квантовых коммуникаций.

Подразделения Центра

1. Лаборатория квантовых коммуникаций, заведующий лабораторией Владимир Курочкин;
2. Лаборатория анализа практических уязвимостей систем квантовой криптографии и разработки методов ее сертификации, заведующий лабораторией Вадим Макаров;
3. Лаборатория теории квантовых коммуникаций, заведующий лабораторией Андрей Тайдуганов;
4. Лаборатория элементной базы квантовых коммуникаций, заведующий лабораторией Георгий Шляпников;
5. Лаборатория распределенных квантовых систем, заведующий лабораторией Александр Львовский;
6. Центр коллективного пользования НТИ, директор центра Алексей Золкин;
7. Проектный офис, начальник отдела Дмитрий Архипов.

Кадровый потенциал подразделения

Штатная численность сотрудников Центра НТИ по состоянию на конец 2021 г. составляет 131 человек (из них научно-технического персонала – 86 %).

400 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Наиболее крупные проекты

1. Новое поколение устройств квантового распределения ключа с увеличенной частотой повторения приготовления состояний до 1 ГГц и скоростью генерации квантового ключа более 100 Кбит/с, в том числе интегрированная с сервером версия;
2. Квантовое распределение ключа на непрерывных переменных для небольших расстояний со сниженной стоимостью;
3. Сетевые программные решения для квантовых сетей.

Основные научно-технические достижения

1. Запущена первая в России экосистемная межвузовская квантовая сеть с открытым доступом – важное событие Года науки и технологий, объявленного Президентом. В России появилась современная площадка для реализации технологичных инфраструктурных решений в сфере защиты данных с применением квантовой криптографии. Квантовая сеть состоит из пяти узлов, расположенных в корпусах НИТУ «МИСИС» и МТУСИ. Она имеет открытую архитектуру и масштабируется по мере появления новых участников. Доступ к сети получают вузы, студенческие стартапы, научные организации, промышленные партнеры. На базе сети они могут разрабатывать современные программные приложения в сфере информационной безопасности с применением квантовых ключей. Между доверенными узлами связи методом квантового распределения ключа по существующим оптическим линиям передаются ключи, формируемые со скоростью 30 кбит/с,

что позволяет подключить одновременно более 10 высокоскоростных шифраторов;

2. Разработан экспериментальный образец системы квантового распределения ключа для беспилотных аппаратов. Подобные устройства обеспечат защиту промышленного интернета и беспилотных аппаратов от взлома с применением квантового компьютера. Это особенно актуально для городского беспилотного транспорта, который станет массовым на горизонте ожидаемого масштабирования квантовых компьютеров;
3. Создан самый быстрый в России квантовый генератор случайных чисел. Технология может лечь в

основу производства коммерческих генераторов случайных чисел, применяемых в криптографии и для моделирования сложных систем;

4. Проведено лабораторное тестирование на лазерное повреждение (как метод атаки) волоконно-оптических изоляторов. Сотрудники Центра НТИ обнаружили, что сроки службы квантовых спутников связи можно увеличить в десятки раз. Для этого нужно периодически нагревать детекторы фотонов, расположенные на спутниках, чтобы таким образом «залечивать» дефекты, которые возникают в их кремниевой основе под действием космических лучей.

Образовательные программы

Образовательные программы Центра НТИ реализуются на двух уровнях профессионального образования (высшее – магистратура и подготовка кадров высшей квалификации), а также в виде дополнительных программ повышения квалификации (ДПО).

В 2021 году Центром НТИ обеспечена подготовка 352 специалистов в области квантовых коммуникаций, разработаны 2 новые программы («Квантовые оптические технологии коммуникаций» и «Квантовые технологии для защиты информации»).

1. Магистратура по направлению 03.04.02 «Физика» (профиль «Квантовое материаловедение»);
2. Аспирантура по направлению подготовки кадров высшей квалификации 03.06.01 «Физика и астрономия» по профилю «Физика конденсированного состояния и квантовые технологии»;
3. ДПО «Квантовые оптические технологии коммуникаций» в объеме 72 ак.ч. Основная цель –

создание теоретической и практической базы специалистов, способных к созданию новых устройств на основе квантовых методов коммуникации и обладающих знаниями и умениями, необходимыми для решения задач, имеющих высокий потенциал коммерциализации, таких как:

- физические методы создания и приема квантово-оптических сигналов;
- квантовые методы передачи и защиты информации;
- квантовая генерация случайных чисел;
- квантовые сети и квантовый интернет.

Также в 2021 году Центром НТИ была разработана и проведена программа стажировки для школьников старших классов школы «Летово», которая состояла из 5 дней теоретических и практических занятий в лабораториях Центра.

Основные публикации

1. DSouza I., Bourgoin J.-P., Higgins B.L., Lim J.G., Tannous R., Agne S., Moffat B., Makarov V., Jennewein T. / Repeated radiation damage and thermal annealing of avalanche photodiodes // EPJ Quantum Technology 10.1140/epjqt/s40507-021-00103-0;
2. Duplinskiy A., Sych D. / Bounding passive light-source side channels in quantum key distribution via Hong-Ou-Mandel interference // Physical Review A 10.1103/PhysRevA.104.012601;
3. Ignatyeva D.O., Knyazev G.A., Kalish A.N., Chernov A.I., Belotelov V.I. / Vector magneto-optical magnetometer based on resonant all-dielectric gratings with highly anisotropic iron garnet films // Journal of Physics D: Applied Physics 10.1088/1361-6463/abfb1c;
4. Shakhovoy R., Puplauskis M., Sharoglazova V., Duplinskiy A., Zavodilenko V., Losev A., Kurochkin Y. / Direct phase modulation via optical injection: theoretical study // Optics Express 10.1364/OE.413095;
5. Kutrovskaya S., Demirchyan S., Osipov A., Baryshev S., Zasedatelev A., Lagoudakis P., Kavokin A. / Exciton radiative lifetime in a monoatomic carbon chain New // Journal of Physics 10.1088/1367-2630/abe505;
6. Ruzhitskaya D.D., Zhluktova I.V., Petrov M.A., Zaitsev K.A., Acheva P.P., Zunikov N.A., Shilko A.V., Aktas D., Johlinger F., Trefilov D.O., Ponosova A.A., Kamynin V.A., Makarov V.V. / Vulnerabilities in the quantum key distribution system induced under a pulsed laser attack Scientific and Technical // Journal of

- Information Technologies, Mechanics and Optics 10.17586/2226-1494-2021-21-6-837-847;
7. Losev A.V., Zavodilenko V.V., Koziy A.A., Kurochkin Y.V., Gorbatshevich A.A. / Single Photon Detectors Based on SPADs: Circuit Solutions and Operating Modes // Russian Microelectronics 10.1134/S1063739721010078;
 8. Shcherbatenko M., Elezov M., Manova N., Sedykh K., Korneev A., Korneeva Y., Dryazgov M., Simonov N., Feimov A., Goltsman G., Sych D. / Single-pixel camera with a large-area microstrip superconducting single photon detector on a multimode fiber // Applied Physics Letters 10.1063/5.0046049;
 9. Khlebnikov V.A., Tsyganok V.V., Pershin D.A., Davletov E.T., Kuznetsova E., Akimov A.V. / Characterizing the temperature dependence of Fano-Feshbach resonances of ultracold polarized thulium // Physical Review A 10.1103/PhysRevA.103.023306;
 10. Koziy A.A., Losev A.V., Zavodilenko V.V., Kurochkin Yu.V., Gorbatshevich A.A. / Modern methods of detecting single photons and their application in quantum communications // Quantum Electronics 10.1070/QEL17566;
 11. Frascella G., Agne S., Khalili F.Y., Chekhova M.V. / Overcoming detection loss and noise in squeezing-based optical sensing // npj Quantum Information 10.1038/s41534-021-00407-0;
 12. Khalili F.Y., Zeuthen E. / Quantum limits for stationary force sensing // Physical Review A 10.1103/PhysRevA.103.043721;
 13. Shukla G., Salykina D., Frascella G., Mishra D.K., Chekhova M.V., Khalili F.Ya. / Broadening the high sensitivity range of squeezing-assisted interferometers by means of two-channel detection // Optics Express 10.1364/OE.413391;
 14. Shulga K.V., Vakulchuk I., Nakamura Y., Flach S., Fistul M.V. / Time molecules with periodically driven interacting qubits // Quantum Science and Technology 10.1088/2058-9565/abffbc;
 15. Voloshin A.S., Kondratiev N.M., Lihachev G.V., Liu J., Lobanov V.E., Dmitriev N.Y., Weng W., Kippenberg T.J., Bilenko I.A. / Dynamics of soliton self-injection locking in optical microresonators // Nature Communications 10.1038/s41467-020-20196-y.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

- 465 обучающихся по программе ДПО, включая учителей школ, преподавателей вузов, представителей науки и бизнеса;
- 54 статьи в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus;
- доход в размере более 300 млн. руб., в том числе от управления правами на РИД, созданных в рамках реализации проектов Центра;
- 7 программ для ЭВМ, имеющих государственную регистрацию и правовую охрану в Российской Федерации;
- 4,8 – средний показатель TRL портфеля проектов Центра;
- 4 лицензионных соглашения на передачу права использования результатов интеллектуальной деятельности, созданных Центром.

Основные мероприятия

- 14.10 Презентация официального запуска квантовой сети из пяти узлов в коворкинге «Точка кипения – Коммуна»;
- 25.09 Чемпионат «World Skills Russia»;
- 20.07 Круглый стол «Квантовые технологии для авиации» на Международном авиационно-космическом салоне «МАКС-2021»;
- VI Международная конференция по квантовым технологиям «ICQT-2021»;
- 27.05 Презентация лабораторного практикума Центра НТИ на V Российском форуме по научной коммуникации «АКСОН»;
- Цикл лекций «Технологии 2035 – прямо сейчас»;
- 06.03 Научно-просветительский Форум «Ученые против мифов-14»;
- 02.03 Радио «МАЯК», Шоу Картаева и Махарадзе. Интервью Юрия Курочкина «Жизнь глазами физика. Квантовая криптография».

Контактная информация

Курочкин Юрий Владимирович, директор центра

nti@misis.ru

y.kurochkin@misis.ru

<https://misis.ru/university/struktura-universiteta/centre/90/>

г. Москва, 2-й Донской пр., д. 9, стр. 3 (Дом-Коммуна НИТУ «МИСИС»)

ЦЕНТР КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЯ»



Жуков Дмитрий Геннадьевич,
директор центра,
канд. физ.-мат. наук

Центр коллективного пользования «Материаловедение и металлургия» научно-исследовательского профиля создан в 1998 г.

Основные цели и задачи

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, учебно-научный центр «Международная школа микроскопии» и межкафедральная учебно-испытательная лаборатория полупроводниковых материалов и диэлектриков «Монокристаллы и заготовки на их основе».

Основные научные направления деятельности

Научно-исследовательская работа центра ведется по широкому кругу вопросов в области материаловедения, физической химии, технологии получения и исследования (состав-структура-свойства) тон-

копленочных структур, полупроводниковых, сегнетоэлектрических, диэлектрических, термоэлектрических и наноматериалов, а также металлов.

Кадровый потенциал подразделения

Докторов наук: 1 чел., кандидатов наук: 4 чел., инженерно-технических работников: 6 чел.

Наиболее крупные проекты

Грант Минобрнауки «Поддержка и развитие центров коллективного пользования научным оборудованием и уникальных научных установок» (№ 075-15-2021-696) 25 млн. руб.

28,5 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Основные научно–технические достижения

- В 2021 г. ЦКП выиграл конкурс Минобрнауки на предоставление из федерального бюджета грантов в области науки в форме субсидий на обеспечение развития материально–технической инфраструктуры центров коллективного пользования научным оборудованием;
- Исследование облученных кристаллов ниобата лития. Проведена серия экспериментов по облучению кристаллов ниобата лития Z–среда пучками газовых кластерных ионов, GCIB, Ar2500, в рентгеновском фотоэлектронном спектрометре PHI 5000 VersaProbe II. Исследованы топография участков воздействия GCIB, измерены глубины полученных кратеров травления и определены скорости травления в условиях наклонного и нормального падения пучков и при разных энергиях. Травление в стандартной геометрии спектрометра, когда угол между GCIB и нормалью к поверхности образца составляет 55°, приводит к образованию волнообразного рельефа. При нормальном падении пучка получены кратеры с гладким дном без рельефа. Исследование дозовых зависимостей остаточной доли ионов Nb5+ и отношения атомных концентраций Li/Nb при энергии пучка 10 кэВ и 20 кэВ показало, что режим 10 кэВ можно использовать для послойного анализа с минимальным деструктивным воздействием на химический состав. Послойный анализ полированных пластин Z– показал, что глубина слоя с дефицитом лития, вызванного механической обработкой и процедурой leaching, не превышает 0,3 нм. Послойный анализ полированных пластин Z+ дает то же значение глубины этого слоя, но обнаружил завышенные значения отношения Li/Nb после удаления этого слоя, характерные для сколов Z+ и подтверждающие теоретические прогнозы термодинамической стабильности обрыва Z+;
- Исследование структуры, пьезоэлектрических и диэлектрических свойств керамики цирконата–титаната свинца, модифицированной лантаном различной концентрации (PLZT). Установлено, что с увеличением содержания La увеличивается размер зерен и средний размер доменов. В образцах PLZT 12/40/60 присутствуют домены как лабиринтно–подобные и периодические, так и разного латерального размера от несколько сотен нанометров до 3 мкм в диаметре. Обнаружено, что с увеличением размеров доменов в образцах с большим содержанием лантана усиливается сигнал пьезоэлектрического отклика. Показано наличие участков на поверхности керамики PLZT x/40/60, имеющих внутреннее поле смещения, о чем свидетельствует асимметрия по оси напряжения петель остаточного пьезоэлектрического гистерезиса. Установлено, что значение диэлектрической проницаемости заметно увеличивается с ростом La, что подтверждает возникновение жесткого униполярного состояния в зернах керамики PLZT 12/40/60;
- Формирование наночастиц в кремнии, последовательно легированном ионами Zn и O и отожженном в вакууме. Пластины кремния n–типа проводимости с ориентацией (100) толщиной 380 нм и диаметром 76 мм, выращенного методом Чохральского, были имплантированы ионами $^{64}\text{Zn}^+$ с дозой $5 \times 10^{16} \text{ см}^{-2}$ и энергией 50 кэВ и ионами $^{16}\text{O}^+$ с дозой $2 \times 10^{17} \text{ см}^{-2}$ и энергией 20 кэВ. Обнаружено, что после имплантации в Si образуется аморфизованный слой толщиной порядка 150 нм, в котором формируются аморфные наночастицы Zn и O с размером ~ 5 нм. По мере термообработок радиационные дефекты отжигаются, а толщина аморфизованного слоя уменьшается. После отжига при 700 °C на спектре фотолюминесценции появляется пик на длине волны 370 нм, обусловленный образованием наночастиц фазы ZnO. После отжига при 900 °C этот пик пропадает, а на спектре фотолюминесценции наблюдается пик на длине волны 425 нм, обусловленный появлением фазы Zn_2SiO_4 .

Основные публикации

1. A.I. Shcheglova, I.L. Kislova, T.S. Ilina, D.A. Kiselev, E. V. Barabanova, A.I. Ivanova, Dielectric and Piezoelectric Properties of PLZT x/40/60 (x = 5; 12) Ceramics // Russ. Microelectron. 50 (2021). P. 673–678. <https://doi.org/10.1134/S1063739721080114>;
2. V. V. Privezentsev, A.N. Palagushkin, V.S. Kulikauskas, V.I. Zinenko, O.S. Zilova, A.A. Burmistrov, T.S. Il'ina, D.A. Kiselev, A.Y. Trofonov, A.N. Tereshchenko, Nanoparticle Formation in Si Implanted with Zinc and Oxygen Ions With Subsequent Annealing in Vacuum, // J. Surf. Investig. X–Ray, Synchrotron Neutron Tech. 15 (2021). P. 453–460. <https://doi.org/10.1134/S1027451021030150>;
3. M.A. Borik, A.V. Kulebyakin, E.E. Lomonova, F.O. Milovich, V.A. Myzina, P.A. Ryabochkina, N.Y. Tabachkova, N.V. Sidorova, A.S. Chislov. Partially Yttria–Stabilized Zirconia Crystals Co–Doped with Neodymium, Cerium, Terbium, Erbium or Ytterbium

- Oxides // Crystals. 2021. V. 11. P. 1587. <https://doi.org/10.3390/cryst11121587>;
4. M.A. Borik, A.S. Chislov, G.M. Korableva, A.V. Kulebyakin, I.E. Kuritsyna, N.A. Larina, E.E. Lomonova, F.O. Milovich, V.A. Myzina, P.A. Ryabochkina, N.Yu. Tabachkova. Structure and transport characteristics of single crystals of zirconia stabilized by scandia and co-doped with terbium oxide // Solid State Ionics. 2022. V. 375. P. 115836. <https://doi.org/10.1016/j.ssi.2021.115836>;
 5. R.H. Bagramov, V.P. Filonenko, I.P. Zibrov, E.A. Skryleva, A.V. Nikolaev, D.G. Pasternak, I.I. Vlasov. Highly boron-doped graphite and diamond synthesized from adamantane and ortho-carborane under high pressure // Materialia. 2022. V. 21. P. 101274. <https://doi.org/10.1016/j.mtla.2021.101274>;
 6. M.A. Borik, D.M. Zaharov, A.V. Kulebyakin, I.E. Kuritsyna, E.E. Lomonova, N.A. Larina, F.O. Milovich, V.A. Myzina, P. A. Ryabochkina, N.Y. Tabachkova, N.V. Andreev, A.S. Chislov. Single crystal solid state electrolytes based on yttria, ytterbia and gadolinia doped zirconia // Materials Chemistry and Physics. 2022. V. 277. P. 125499. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2021.125499>;
 7. M.G. Lavrentev, V.T. Bublik, F.O. Milovich, V.P. Panchenko, Y.N. Parkhomenko, A.I. Prostomolotov, N.Yu. Tabachkova, N.A. Verezub. Regularities of Structure Formation in 30 mm Rods of Thermoelectric Material during Hot Extrusion // Materials. 2021. V. 14. P. 7059. <https://doi.org/10.3390/ma14227059>;
 8. M. Piskarev, E. Skryleva, A. Gilman, B. Senatulin, A. Zinoviev, D. Syrtsova, V. Teplyakov, A. Kuznetsov. Depth Profile Analysis of the Modified Layer of Poly(vinyltrimethylsilane) Films Treated by Direct-Current Discharge // Coatings. 2021. V. 11. P. 1317. <https://doi.org/10.3390/coatings11111317>;
 9. I.V. Kubasov, A.M. Kislyuk, T.S. Ilina, A.S. Shportencko, D.A. Kiselev, A.V. Turutin, A.A. Temirov, M.D. Malinkovich, Y.N. Parkhomenko. Conductivity and memristive behavior of completely charged domain walls in reduced bidomain lithium niobate // J. Mater. Chem. C. 2021. V. 9. P. 15591. <https://doi.org/10.1039/d1tc04170c>;
 10. E.A. Skryleva, B.R. Senatulin, D.A. Kiselev, T.S. Ilina, D.A. Podgorny, Yu.N. Parkhomenko. Ar gas cluster ion beam assisted XPS study of LiNbO3 Z cut surface // Surfaces and Interfaces. 2021. V. 26. P. 101428. <https://doi.org/10.1016/j.surfin.2021.101428>;
 11. S. Grigoriev, A. Vereschaka, F. Milovich, N. Andreev, J. Bublikov, N. Sitnikov, C. Sotova, N. Kutina. Investigation of wear mechanisms of multilayer nanostructured wear-resistant coatings during turning of steel. Part 2: Diffusion, oxidation processes and cracking in Ti-TiN-(Ti,Cr,Mo,Al) N coating // Wear. 2021. V. 486-487. P. 204096. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2021.204096>;
 12. S. Grigoriev, A. Vereschaka, F. Milovich, M. Migranov, N. Andreev, J. Bublikov, N. Sitnikov, G. Oganyan. Investigation of the tribological properties of Ti-TiN-(Ti,Al,Nb,Zr)N composite coating and its efficiency in increasing wear resistance of metal cutting tools // Tribology International. 2021. V. 164. P. 107236. <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2021.107236>.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

- публикаций в российских научных журналах из списка ВАК – 1;
- в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 12;
- объектов интеллектуальной собственности – 7;
- конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения – 3.

Контактная информация

Жуков Дмитрий Геннадьевич, директор центра

8(495)638-45-90

8 (495) 638-45-46

info.ckp@misis.ru

VIII. ФИЛИАЛЫ

ВЫКСУНСКИЙ ФИЛИАЛ



Кудашов Дмитрий Викторович, директор филиала, канд. техн. наук

Выксунский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» – один из крупнейших образовательных центров Нижегородской области в области металлургии, машиностроения, материаловедения.

Филиалом осуществляется подготовка квалифицированных специалистов в области Металлургии, Материаловедения и технологии материалов, Технологических машин и оборудования, Управления в технических системах, Экономии. Высокий уровень подготовки выпускников филиала гарантирует их востребованность на промышленных предприятиях. Выпускники успешно работают на крупных металлургических предприятиях: производственные площадки АО «Объединенная металлургическая компания», «Русполимет», «Завод корпусов». В структуре учебного заведения пять кафедр: технология

и оборудование обработки металлов давлением, естественнонаучные, общепрофессиональные дисциплины, электрометаллургия, гуманитарные и социально-экономические науки.

Результаты научной деятельности внедряются на высокотехнологических предприятиях России, например АО «Выксунский металлургический завод, ПАО «Русполимет».

Основные направления научной деятельности

- электрометаллургия;
- технологии обработки металлов давлением;
- производство бесшовных труб;
- получения новых марок сталей;
- процессов разлива стали;
- совершенствование технологии производства трубного проката.

В 2021 году коллектив филиала выполнил 7 научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области электрометаллургии и производстве бесшовных труб, суммарный объем которых составил 10 млн. руб.

Важнейшие достижения филиала в научных исследованиях в 2021 опубликованы в следующих журналах: Проблемы черной металлургии и материаловедения, Металлург, Сталь Journal of Non-Crystalline Solids.

10 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

- на базе института проведены 1 областная конференции и 1 международная научно-практическая конференция, в которых приняло участие более 100 человек;
- опубликовано более 150 научных статей, из них: 17 – в российских журналах из списка ВАК, 176 – в РИНЦ, 15 – в Web of Science и 15 – в Scopus, статьи входят в Q1, Q2, Q3.

ФИЛИАЛЫ

- студенты филиала стали победителями международных конкурсов;
- сотрудники и студенты филиала приняли участие в 26 международных и всероссийских научных конференциях.

Контактная информация

Кудашов Дмитрий Викторович, директор филиала

Приемная директора: (83177) 4-12-43

kudashov.dv@misis.ru

<http://www.vf.misis.ru>

**607036, Нижегородская область, г. Выкса, р. п. Шиморское,
ул. Калинина, д. 206**

ГУБКИНСКИЙ ФИЛИАЛ



Кожухов Алексей Александрович, директор филиала, д-р техн. наук, доцент

Губкинский филиал 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 КМА-руда», ООО «Яковлевский ГОК», по наиболее востребованным и перспективным специальностям и направлениям подготовки, а именно 21.05.04 Горное дело (специализации: 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).

Основные направления научной деятельности

- обогащение полезных ископаемых;
- ресурсосберегающие и энергоэффективные технологии добычи и переработки минерального сырья.

В 2021 году учеными института с успехом решены научные задачи для крупнейших предприятий Белгородской области. Коллективом института оказан большой спектр научно-технических услуг и выполнены научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области горного дела, суммарный объем которых составил более 9595 тыс. руб.

Успешное развитие науки в ГФ НИТУ «МИСИС», основанное на научном потенциале ученых института, научной кооперации с научными коллективами НИТУ «МИСИС» и индустриальными партнерами, позволило:

- провести работы по определению гранулометрического состава добываемого рудного материала Яковлевского месторождения поступающего на переработку на фабрику обогащения сырья для ООО «Яковлевский ГОК»,

подготовить экспертное заключение (отчет) с указанием выходов продуктов в процентном соотношении от исходного объема в интервале от 0 до 800 мм, шаг рассева по крупности ячейки определяем ГОСТ 27562 «Руды железные, концентраты, агломераты и окатыши;

- провести работы по повышению качества выполнения геофизических работ и интерпретации их результатов на стадии эксплуатационной разведки для АО «Лебединский ГОК», выполнить лабораторные исследования магнитных свойств руд, отобранных в каждом из выделенных участков в результате районирования месторождения, выявить участки месторождения с наибольшими расхождениями между геофизическими и геохимическими результатами опробования, проводимого на стадии эксплуатационной разведки.

9,5 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Основные достижения

1. Проект РФФИ 20-011-00402 – «Об истории качественных методов, как основы математического аппарата нелинейных систем (исследования в СССР в 1920–1960-е гг.)»
2. Повышение качества выполнения геофизических работ и интерпретации их результатов на стадии эксплуатационной разведки для АО «Лебединский ГОК»;
3. Проведение работ по определению гранулометрического состава добываемого рудного материала Яковлевского месторождения поступающего на переработку на фабрику обогащения сырья для ООО «Яковлевский ГОК».

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

- Количество публикаций в Web of Science, Scopus – 8;
- Количество публикаций в журналах ВАК – 15;
- Количество публикаций в РИНЦ – 31;
- Количество проектов, поддержанных Российским фондом фундаментальных исследований – 1;
- Количество монографий – 1;
- Количество всероссийских и международных научных конференций, в которых приняли участие студенты и сотрудники филиала – 13;
- Доклады на научных конференциях и семинарах всех уровней (в том числе студенческих), всего – 19;
- Количество научных публикаций студентов – 18.

Контактная информация

Кожухов Алексей Александрович, директор филиала

(47241) 5–51–83

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 металлургической направленности.

НФ НИТУ «МИСИС» ведет подготовку бакалавров по 8 направлениям:

- «Металлургия»;
- «Технологические машины и оборудование»;
- «Электроэнергетика и электротехника»;
- «Теплоэнергетика и теплотехника»;
- «Химическая технология»;
- «Прикладная информатика»;

- «Экономика»;
- «Менеджмент».

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», «МЕЧЕЛ», «Тулачермет», «ЧТПЗ», «КАМАЗ», «ВМЗ», «ОМЗ–Сталь», «Аккерманн–цемент», «Медногорский медносерный комбинат», «Гайский горно–обогатительный комбинат» др.

В структуре учебного заведения два факультета (металлургических технологий и заочного обучения) и четыре кафедры: математики и естествознания, металлургических технологий и оборудования,

электроэнергетики и электротехники, гуманитарных и социально–экономических наук. К учебному процессу привлечено 60 преподавателей, в том числе 4 с ученой степенью доктора и 40 – 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», ЗАО «Рифар», ООО «АККЕРМАНН–ЦЕМЕНТ», АО «Оренбургские минералы» и др. В НФ НИТУ «МИСИС» действуют 20 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

На кафедре металлургических технологий и оборудования (заведующий кафедрой – Шаповалов А.Н., к.т.н., доцент) ведутся научные разработки ресурсо– и энергосберегающих технологий металлургических производств, технологий аддитивного производства, а также исследования в области повышения надежности и долговечности деталей металлургических машин;

На кафедре электроэнергетики и электротехники (заведующая кафедрой – Мажирова Р.Е., к.п.н., доцент) ведется разработка систем бездатчикового управления асинхронными двигателями при помощи инъекции высокочастотного сигнала, и изыскания по устранению динамических моментов в прокатной клетке КВАРТО;

Преподавателями кафедры математики и естествознания (зав. кафедрой – Швалева А.В., к.п.н., доцент) проводятся исследования в области развития профессиональной направленности личности студентов технических специальностей, а также изыскания в области совершенствования технологии коксохимического производства;

Основным научным направлением, развиваемым на кафедре гуманитарных и социально–экономических наук (заведующая кафедрой – Измайлова А.С., к.э.н., доцент), является формирование рыночных стратегий развития предприятий, разработка новых и адаптация существующих методов, механизмов и инструментов функционирования хозяйствующих субъектов.

Общий объем финансирования НИР

За 2021 год суммарный объем выполненных хозяйственных научно-исследовательских работ (НИР), финансируемых реальным экономическим сектором, составил более 4,3 млн. рублей. Тематика наиболее значимых научных исследований, реализованных в рамках хозяйственных работ:

- «Совершенствование технологии производства стали с повышенными требованиями по загрязненности металла неметаллическими включениями»;
- «Исследование поведения металлургических брикетов в технологических условиях металлургического производства»;
- «Проведение экспериментальных плавок проб материалов с целью разработки рекомендаций

по повышению качества и оптимизации технологии их использования».

Таким образом, доходы Филиала от научной деятельности за 2021 год, приходящиеся на ставку научно-педагогических работников, составили более 150 тыс. рублей.

4,3 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Основные достижения

Разработка комплекса мероприятий по корректировке технологии внепечной обработки стали в условиях ЭСПЦ АО «Уральская Сталь», обеспечивающего производство металлопроката с загрязненностью силикатами недеформирующимися (по максимальному баллу) не более 3,5 балла;

Создание методики определения содержания металлической части в металлургических шлаках, обеспечивающей оперативную оценку их металлургической ценности. Разработанная методика используется в производственных условиях ООО «АККЕРМАНН-ЦЕМЕНТ» и АО «Уральская Сталь».

Всего за 2021 год студенты филиала совместно с преподавательским составом приняли участие в 21 конференции различных уровней, по результатам которых было опубликовано 196 исследовательских работ. При непосредственном участии преподавательского состава филиала за 2021 год было опубликовано 105 статей в изданиях, включенных в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), 14 статей в журналах, рекомендованных ВАК в периодических изданиях, индексируемых в международ-

ных наукометрических системах Web of Science и Scopus, опубликовано 15 статей, из которых 8 статей в журналах, входящих в 1 и 2 квартиль Scopus.

За 2021 год при активном участии преподавателей филиала получено два патента на изобретения, ещё три заявки на изобретения проходят экспертизу в ФИПС.

Научные достижения преподавателей филиала были отмечены персональными стипендиями губернатора Оренбургской области. Лауреатами конкурса «Молодые учёные 2021», проводимой в рамках 27-й Международной промышленной выставки «Металл-Экспо», стали два студента филиала.

В 2021 году на базе Новотроицкого филиала НИТУ «МИСИС» проведено две конференции: Всероссийская научно-техническая конференция «Наука и производство Урала» (апрель 2021 г) и Межрегиональная научная конференция «Наука – это ты!» (май 2021 г). По результатам работы конференций опубликованы сборники научных трудов.

Контактная информация

Котова Лариса Анатольевна, директор филиала
(3537) 67-97-29

nf@misis.ru

462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д. 8.

СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА



**Бова Анна Вячеславовна,
директор филиала,
канд. пед. наук, доцент**

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 направления научной

- теоретические, методологические и практические аспекты совершенствования механизмов развития социально–экономических систем;
- создание новых металлургических технологий;
- новые технологии обработки металлов давлением;

- новые металлические сплавы различного назначения;
- новые технологии рационального природопользования, ресурсо– и энергосберегающие технологии;
- технологии упрочнения и восстановления изношенных деталей машин и агрегатов;
- технологии производства новых теплоизоляционных материалов, изделий шлакокаменного литья, производства других строительных материалов из шлаков и техногенных отходов металлургии, энергетики и химической промышленности;
- интеллектуальные системы управления технологическими процессами и производствами;
- современные информационные технологии, базирующиеся на методах искусственного интеллекта, нейронных сетях, мультиагентных технологиях;
- робототехника.

Инновационная и научная инфраструктура

- научно–исследовательская лаборатория «Горно–металлургические технологии»;
- научно–исследовательская лаборатория «Интеллектуальные системы управления в АПК»;
- 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 3–D моделирования;
- центр инновационного консалтинга;
- центр научных инициатив;
- технопарк.

В 2021 году учеными института с успехом решены научные задачи для крупнейших предприятий и организаций Центрального региона России. Коллективом института оказан большой спектр научно–технических услуг и выполнены научно–исследовательские и опытно–конструкторские работы в области металлургии, машиностроения, информационных технологий, суммарный объем которых составил более 68 млн. руб.

Успешное развитие науки в СТИ НИТУ «МИСИС», основанное на большом научном потенциале ученых института, научной кооперации с научными коллективами НИТУ «МИСИС» и промышленными партнерами, существующей научной инфраструктуре, позволило СТИ НИТУ «МИСИС» достичь значимых результатов:

- в области металлургии:

разработана технология выплавки и внепечной обработки вакуумированной электротехнической стали 3–4–й групп легирования и проведены опыт–

но-экспериментальные работы по совершенствованию химического состава стали в части снижения содержания вредных примесей, таких как С, S до уровня 0,003% и менее. Осуществлена отработка химического состава хром-марганец-никелевой стали для производства швартовых цепей.

- в области упрочнения и восстановления:

разработаны новые эффективные технологические решения по изготовлению труб с повышенной из-

носостойкостью для применения в стволе в рамках реализации гидрозакладочного комплекса ООО «Еврохим-УКК».

- в области автоматизации технологических процессов:

ведется разработка системы поддержки деятельности агронома на основе анализа данных, полученных с беспилотных летательных аппаратов.

Основные достижения

1. Кафедра металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой (заведующий кафедрой – д.т.н., доцент Кожухов А.А.):
 - «Подбор химического состава и режимов прокатки арматуры класса Ас500С и Ас600С с повышенными эксплуатационными свойствами» с НИЦ «Строительство» – 3,5 млн. руб.;
 - «Разработка технологии производства автоматных сталей (не содержащих свинца) за счет модификации сульфидных включений» с АО «ОЭМК». Стоимость работ в 2021 году составила 3,5 млн. руб.;
 - «Исследование процесса вторичного окисления горячебрикетированного железа для последующей разработки способов сохранения его металлургической ценности» с АО «Лебединский ГОК». Стоимость работ в 2021 году составила 8,7 млн. руб.;
 - «Повышение обрабатываемости резанием конструкционных низколегированных сталей, обработанных кальцием (без добавок теллура, селена, свинца и т.п.) за счет модификации сульфидных включений» с АО «ОЭМК». Стоимость работ в 2021 году составила 3,5 млн. руб.;
 - «Анализ и разработка технологических приемов для повышения степени обезуглероживания металла при циркуляционном вакуумировании» с АО «НЛМК» – 1 млн. руб.
2. Кафедра автоматизированных и информационных систем управления (заведующий кафедрой – к.т.н., доцент Полещенко Д.А.):
 - «Разработка системы поддержки деятельности агронома на основе анализа данных, полученных с беспилотных летательных аппаратов». В рамках реализации программы создания и развития НОЦ «Инновационные решения в АПК». Стоимость работ в 2021 году составила 4,6 млн. руб.;
3. Кафедра технологии и оборудование в металлургии и машиностроении им. В.Б Крахта (заведующий кафедрой – к.т.н., доцент Макаров А. В.):
 - Коллектив кафедры в 2021 году продолжает реализацию гранта РФФИ на тему «Разработка метода нейросетевого управления двухколесным балансирующим роботом в режиме реального времени», сумма работ составила 162,5 тыс. руб.
 - «Разработка технологий восстановления роликов СПЦ-2 с использованием материалов, обеспечивающих повышение стойкости и исключающих травмирование проката» с АО «ОЭМК». Стоимость работ в 2021 году составила 3,5 млн. руб.;
 - «Повышение стойкости теплонагруженных элементов МНЛЗ № 1–4 ЭСПЦ» с АО «ОЭМК». Стоимость работ в 2021 году составила 1,6 млн. руб.;
 - Подбор материала для изготовления труб с повышенной износостойкостью для применения в стволе в рамках реализации гидрозакладочного комплекса ООО «Еврохим-УКК» с ООО «Еврохим-УКК». Стоимость работ в 2021 году составила 3,25 млн. руб.;
 - Подбор или разработка новых материалов для восстановления методом наплавки под слоем флюса, обеспечивающих повышение стойкости к износу гребней колесных пар электровозов – 1,9 млн. руб.
4. Кафедра экономики, управления и организации производства (заведующий кафедрой – к.э.н., доцент Новикова О. А.):
 - «Разработка модели управления рисками экономической деятельности Группы компаний «Славянка» с «УК Славянка», стоимость работ в 2021 году составила 400 тыс. 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 промышленных 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.

197 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2021 г.

Основные научно-технические показатели публикации в научных журналах

- на базе института проведены 2 всероссийские конференции с международным участием и 1 международная научно-практическая конференция, в которых приняло участие более 350 человек;
- опубликовано более 500 научных статей, из них: 50 – в российских журналах из списка ВАК, 176 – в РИНЦ, 18 – в Web of Science и 33 – в Scopus, из них 2 статьи – в Q1, 8 статей – в Q2;
- выпущено 5 монографий;
- защищена 1 диссертация на соискание ученой степени кандидата наук и 1 на соискание ученой степени доктора наук;
- в конкурсе Фонда содействия инновациям «У.М.Н.И.К.» приняли участие 6 студента филиала;
- учеными получено 4 свидетельства государственной регистрации программ для ЭВМ и 3 патента;
- сотрудники института приняли участие в 64 международных и всероссийских научных конференциях.

Контактная информация

Боева Анна Вячеславовна, директор филиала

Приемная комиссия: (4725) 45-12-12

Приемная директора: (4725) 45-12-12

451222@sf-misis.ru

<http://www.sf-misis.ru>

309516, Белгородская обл., г. Старый Оскол, мкр. Макаренко, д. 42

НАУКА МИСИС 2021

Ответственные редакторы:
А.А. Новиков, Е.Н. Кропачева

Материалы сборника издаются в авторской редакции