

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

НАУКА МИСИС 2022

Москва 2023

УДК 378:001

Н34

Наука МИСИС 2022

Научное издание

Ответственный редактор

Александр Новиков

Настоящее издание – отчет о научной и инновационной деятельности университета НИТУ МИСИС, в том числе филиалов, институтов, кафедр, лабораторий и центров за 2022 год.

СОДЕРЖАНИЕ

ИТОГИ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УНИВЕРСИТЕТА В 2022 ГОДУ	7
I. ИНСТИТУТ ЭКОТЕХНОЛОГИЙ И ИНЖИНИРИНГА	18
Травянов Андрей Яковлевич, директор института, канд. техн. наук, доцент	
КАФЕДРА «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»	21
Овчинникова Татьяна Игоревна, заведующий кафедрой, д-р техн. наук, доцент	
КАФЕДРА ЛИТЕЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ	24
Белов Владимир Дмитриевич, заведующий кафедрой, д-р техн. наук, профессор	
КАФЕДРА МЕТАЛЛОВЕДЕНИЯ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ	30
Солонин Алексей Николаевич, заведующий кафедрой, канд. техн. наук	
КАФЕДРА ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ	34
Алещенко Александр Сергеевич, заведующий кафедрой, канд. техн. наук, доцент	
КАФЕДРА ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ	37
Левашов Евгений Александрович, заведующий кафедрой, д-р техн. наук, профессор	
КАФЕДРА СЕРТИФИКАЦИИ И АНАЛИТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ	40
Филичкина Вера Александровна, заведующая кафедрой, канд. хим. наук, доцент	
КАФЕДРА ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И ЗОЛОТА И ЦЕНТР ИНЖИНИРИНГА ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	43
Тарасов Вадим Петрович, заведующий кафедрой, директор центра, д-р техн. наук, профессор	
ЛАБОРАТОРИЯ «УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ»	48
Михайловская Анастасия Владимировна, заведующий лабораторией УМЗМ, канд. техн. наук	
ЛАБОРАТОРИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	51
Акихиса Иноэ, заведующий лабораторией, профессор, канд. техн. наук	
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ТЕРМОХИМИЯ МАТЕРИАЛОВ	52
Хван Александра Вячеславовна, директор центра, д-р хим. наук	
II. ИНСТИТУТ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И НАНОТЕХНОЛОГИЙ	55
Калошкин Сергей Дмитриевич, директор института, д-р физ.-мат. наук, профессор	
КАФЕДРА МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ	57
Оганов Артём Ромаевич, заведующий кафедрой, профессор, д-р физ.-мат. наук	
КАФЕДРА МЕТАЛЛОВЕДЕНИЯ И ФИЗИКИ ПРОЧНОСТИ	61
Никулин Сергей Анатольевич, заведующий кафедрой, профессор, д-р техн. наук	
КАФЕДРА ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ	64
Диденко Сергей Иванович, заведующий кафедрой, канд. физ.-мат. наук, доцент	
КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ И КВАНТОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	67
Мухин Сергей Иванович, заведующий кафедрой, д-р физ.-мат. наук, профессор	
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОНИКИ	70
Костишин Владимир Григорьевич, заведующий кафедрой, д-р физ.-мат. наук, профессор	
КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ	73
Савченко Александр Григорьевич, заведующий кафедрой, канд. физ.-мат. наук	
КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ	79
Салимон Алексей Игоревич, заведующий кафедрой, канд. физ.-мат. наук	
КАФЕДРА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОСИСТЕМ И ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ МАТЕРИАЛОВ	83
Кузнецов Денис Валерьевич, заведующий кафедрой, канд. техн. наук	
ЛАБОРАТОРИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАГНИТНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ	86
Щетинин Игорь Викторович, заведующий лабораторией, канд. техн. наук	

СОДЕРЖАНИЕ

ЛАБОРАТОРИЯ ФИЗИКИ ОКСИДНЫХ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКОВ.....	89
Киселев Дмитрий Александрович, заведующий лабораторией: PhD, канд. физ.-мат. наук	
ЛАБОРАТОРИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	92
Чердынцев Виктор Викторович, заведующий лабораторией, канд. физ.-мат. наук	
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ И УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР АКУСТООПТИКИ.....	95
Молчанов Владимир Яковлевич, директор центра, канд. физ.-мат. наук, с.н.с.	
НАУЧНО-УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА МИСИС-ИСМАН.....	98
Левашов Евгений Александрович, Директор НУЦ СВС, д-р техн. наук, профессор	
НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР БИОМЕДИЦИНСКОЙ ИНЖЕНЕОРИИ.....	102
Сенатов Фёдор Святославович, директор центра, канд. физ.-мат. наук	
 III. ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК	105
Солодов Сергей Владимирович, директор института, канд. техн. наук	
КАФЕДРА «МАГИСТЕРСКАЯ ШКОЛА ИНФОРМАЦИОННЫХ БИЗНЕС СИСТЕМ».....	107
Нежурина Марина Игоревна, заведующая кафедрой, канд. техн. наук, доцент	
КАФЕДРА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ДИЗАЙНА.....	109
Коржов Евгений Геннадьевич, и.о. заведующего кафедрой, канд. техн. наук, доцент кафедры	
КАФЕДРА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ.....	111
Темкин Игорь Олегович, заведующий кафедрой, д-р техн. наук	
КАФЕДРА БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКИ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ.....	113
Пятецкий Валерий Ефимович, заведующий кафедрой, д-р техн. наук, профессор	
КАФЕДРА ИНЖЕНЕРНОЙ КИБЕРНЕТИКИ.....	116
Ефимов Альберт Рувимович, заведующий кафедрой, канд. филос. наук, вице-президент-директор Управления исследований и инноваций ПАО «Сбербанк»	
КАФЕДРА ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	119
Кузнецова Ксения Александровна, заведующий кафедрой	
 IV. ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ИМЕНИ В.А. РОМЕНЦА	123
Митенков Алексей Владимирович, директор института	
КАФЕДРА ПРОМЫШЛЕННОГО МЕНЕДЖМЕНТА.....	125
Костюхин Юрий Юрьевич, заведующий кафедрой, д-р экон. наук, профессор	
КАФЕДРА ЭКОНОМИКИ.....	128
Елисеева Евгения Николаевна, и.о. заведующего кафедрой экономики, канд. экон. наук, доцент	
 V. ИНСТИТУТ БАЗОВОГО ОБРАЗОВАНИЯ	130
Подвойская Наталия Леонидовна, директор института, канд. полит. наук	
КАФЕДРА ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ И КОММУНИКАТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	132
Бондарева Лилия Владимировна, заведующий кафедрой, канд. полит. наук, доцент	
КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ.....	135
Давыдов Алексей Александрович, заведующий кафедрой, д-р физ.-мат. наук, профессор	
КАФЕДРА ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ.....	138
Пестряк Ирина Васильевна, и.о. заведующий кафедрой, д-р техн. наук	
КАФЕДРА ФИЗИКИ	140
Ушаков Иван Владимирович, и.о. заведующего кафедрой физики, д-р техн. наук, профессор	
ЦЕНТР РУССКОГО ЯЗЫКА.....	143
Подвойская Наталия Леонидовна, директор центра, канд. полит. наук	

VI. ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ	145
Мясков Александр Викторович, директор института, д-р экон. наук, профессор	
КАФЕДРА СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	146
Панкратенко Александр Никитович, заведующий кафедрой, профессор, д-р техн. наук	
КАФЕДРА ЭНЕРГЕТИКИ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	149
Кутепов Антон Григорьевич, и. о. заведующего кафедрой, канд. техн. наук	
КАФЕДРА ОБОГАЩЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ	151
Юшина Татьяна Ивановна, заведующий кафедрой, канд. техн. наук, доцент	
НАУЧНО-УЧЕБНАЯ ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «ФИЗИКО-ХИМИИ УГЛЕЙ»	154
Эпштейн Светлана Абрамовна, заведующий лабораторией, д-р техн. наук, с.н.с.	
ПРОЕКТНО-ЭКСПЕРТНЫЙ ЦЕНТР	157
Супрун Валерий Иванович, директор Проектно-экспертного центра, д-р техн. наук	
VII. НАУЧНЫЙ КОМПЛЕКС	159
ИНЖИНИРИНГОВЫЙ ЦЕНТР БЫСТРОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ ВЫСОКОЙ СЛОЖНОСТИ	159
Пирожков Владимир Вячеславович, директор центра	
ЛАБОРАТОРИЯ «БИОМЕДИЦИНСКИЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ»	161
Абакумов Максим Артемович, заведующий лабораторией, канд. хим. наук	
ЛАБОРАТОРИЯ «СВЕРХПРОВОДЯЩИЕ МЕТАМАТЕРИАЛЫ»	165
Устинов Алексей Валентинович, заведующий лабораторией, д-р физ.-мат. наук	
ЛАБОРАТОРИЯ БИОФИЗИКИ	168
Ерофеев Александр Сергеевич, заведующий лабораторией, канд. хим. наук	
ЛАБОРАТОРИЯ ГИБРИДНЫХ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	172
Петровский Павел Владимирович, заведующий лабораторией, канд. техн. наук, ведущий эксперт научного проекта	
ЛАБОРАТОРИЯ «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ»	174
Труханов Алексей Валентинович, заведующий лабораторией, д-р физ.-мат. наук	
ЛАБОРАТОРИЯ КАТАЛИЗ И ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДОВ	177
Громов Александр Александрович, заведующий лабораторией, д-р техн. наук, профессор	
ЛАБОРАТОРИЯ КРИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ	180
Головчанский Игорь Анатольевич, д-р физ.-мат. наук, заведующий лабораторией	
ЛАБОРАТОРИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ	183
Шулятев Дмитрий Александрович, канд. техн. наук, доцент	
МЕЖКАФЕДРАЛЬНАЯ УЧЕБНО-ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ «МОНОКРИСТАЛЛЫ И ЗАГОТОВКИ НА ИХ ОСНОВЕ»	186
Гореева Жанна Анатольевна, заведующий лабораторией	
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «ГИБРИДНЫЕ НАНОСТРУКТУРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ»	190
Комиссаров Александр Александрович, канд. техн. наук, доцент кафедры МиФП	
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «НЕОРГАНИЧЕСКИЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ»	193
Штанский Дмитрий Владимирович, д-р физ.-мат. Наук	
ЛАБОРАТОРИЯ ЦИФРОВОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ	194
Сорокин Павел Борисович, д-р физ.-мат. наук	
НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ	198
Ховайло Владимир Васильевич, заместитель директора по научной работе, д-р физ.-мат. наук	
НИЦ «КОНСТРУКЦИОННЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ»	201
Московских Дмитрий Олегович, директор центра, канд. техн. наук	
ЦЕНТР ИНФРАСТРУКТУРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И ПАРТНЕРСТВА MEGASCIENCE	204
Дубинин Михаил Николаевич, директор центра, д-р физ.-мат. наук, профессор	
Голутвин Андрей Игоревич, научный руководитель центра, д-р физ.-мат. наук, профессор	

СОДЕРЖАНИЕ

ЦЕНТР КВАНТОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ НТИ.....	207
Павлов Игорь Денисович, заместитель директора центра	
ЦЕНТР КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЯ».....	210
Табачкова Наталия Юрьевна, директор ЦКП, канд. физ.-мат. наук	
VIII. ФИЛИАЛЫ.....	213
АЛМАЛЫКСКИЙ ФИЛИАЛ.....	213
Умаров Фарходбек Яркулович, д-р. техн. наук, профессор	
ВЫКСУНСКИЙ ФИЛИАЛ.....	215
Кудашов Дмитрий Викторович, директор филиала, канд. техн. наук	
ГУБКИНСКИЙ ФИЛИАЛ.....	217
Кожухов Алексей Александрович, директор филиала, д-р техн. наук, доцент	
НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ.....	217
Котова Лариса Анатольевна, директор филиала	
СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА.....	222
Боева Анна Вячеславовна, директор филиала, канд. пед. наук, доцент	

ИТОГИ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УНИВЕРСИТЕТА В 2022 ГОДУ



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

2022 год для НИТУ МИСИС стал годом новых возможностей и открытий. Университет занимает ключевые позиции по ряду направлений научных исследований и инженерно-технических областей, что дает основание претендовать на лидерство и в области создания новых материалов и новых технологий, определяя свое позиционирование в этой конкурентной нише.

Организована сеть современных и оснащенных оборудованием лабораторий, в которых работают признанные мировым научным сообществом исследователи, реализующие амбициозные 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.

QS Subject Rankings 2023

22 марта 2023 года международное рейтинговое агентство QS выпустило новую версию предметных и отраслевых рейтингов лучших вузов мира (QS Subject Rankings 2023).

НИТУ МИСИС продемонстрировал значительные успехи, заняв более высокие позиции, чем в прошлом году, в восьми рейтингах из девяти (в прошлом, 2022 году, рост наблюдался в пяти рейтингах, таблица 1).

Таблица 1 – МИСИС в QS Subject Rankings

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
QS Engineering & Technology		367	273	247	285	269	248
QS Mineral and Mining	31	30	42	46	42	28	23
QS Engineering – Mechanical, Aeronautical & Manufacturing	351-400	251-300	201-250	201-250	201-250	201-250	151-200
QS Electrical & Electronic Engineering			401-450	401-450	451-500	401-450	351-400
QS Petroleum Engineering					51-100	51-100	51-100
QS Natural Sciences		451-500	362	308	311	295	293
QS Materials Science	251-300	201-250	101-150	101-150	151-200	101-150	91
QS Physics and Astronomy	451-500	351-400	301-350	251-300	251-300	251-300	201-250
QS Chemistry			501-550	451-500	401-450	401-450	301-350

В отраслевом рейтинге «Инженерные науки» (включает в себя электронику и электротехнику, горное дело, машиностроение, инженерное дело в нефтедобыче, компьютерные науки, строительство, инженерное дело в области химии, Data Science) МИСИС вырос по сравнению с прошлым годом на 21 позицию.

В рейтинге QS по горному делу МИСИС вырос по сравнению с прошлым годом на пять позиций.

В рейтинге QS «Машиностроение» после четырех лет подряд нахождения в интервальной группе «201-250» МИСИС поднялся в следующую интервальную группу «151-200».

В рейтинге QS «Электроника и электротехника» МИСИС также продемонстрировал уверенный рост и поднялся из интервальной группы «401-450» в следующую интервальную группу «351-400». При этом с 2021 года университет поднялся примерно на 100 позиций (две интервальные группы).

МИСИС в третий год подряд попал в Топ-100 вузов мира в предметном рейтинге «Инженерное дело в нефтедобыче» (интервальная группа «51-100»). При этом данный рейтинг стал единственным, в котором позиции МИСИС не выросли, а остались на уровне 2022-го года.

В отраслевом рейтинге QS «Естественные науки» (включает в себя физику, астрономию, химию, материаловедение, математику, науки о земле и морские науки, науки об окружающей среде, географию, геологию, геофизику) НИТУ МИСИС вырос на две позиции по сравнению с прошлым годом, поднявшись с 295-го на 293-е место в мире.

В рейтинге по материаловедению в 2023 году МИСИС впервые вошел в Топ-100 лучших вузов мира, заняв 91-е место (в 2022 году – интервальная группа «101-150»).

На фоне других вузов из России в рейтинге QS по материаловедению МИСИС прочно занимает первое место. При этом по трем составляющим рейтинга –

академической репутации, цитированиям и H-индексу – МИСИС имеет лучшие баллы среди вузов-конкурентов из России.

В рейтинге QS по физике МИСИС после трех подряд лет нахождения в интервальной группе «251-300» поднялся в следующую интервальную группу «201-250».

В рейтинге QS по химии МИСИС после двух подряд лет нахождения в интервальной группе «401-450» продемонстрировал очень быстрый рост по местам, переместившись сразу на две интервальные группы вверх – в диапазон «301-350», минуя интервал «351-400».

В сводном рейтинге НРУ (Национальный рейтинг университетов) 2022 НИТУ МИСИС занял пятое место, поднявшись на три позиции по сравнению с прошлым годом.

НИТУ МИСИС подтвердил свои позиции в топ-100 одного из наиболее авторитетных мировых рейтингов – Шанхайского предметного рейтинга университетов Global Ranking of Academic Subjects (ARWU), заняв место в группе 51-75 по направлению «Инженерное дело в области металлургии». Среди российских вузов университет был признан лучшим в этой предметной области.

Достижения

- Группа ученых Центра компетенций НТИ «Квантовые коммуникации», созданного на базе НИТУ МИСИС, в партнерстве с Российским квантовым центром, а также исследователями из Университета ИТМО, Национального университета оборонных технологий (NUDT) в Китае и Фонда квантовых технологий Таиланда (QTFT) защитила установки квантовой криптографии от атак со вбросом света. (<https://doi.org/10.1103/PRXQuantum.3.040307>).
- Ученые Лаборатории сверхпроводящих метаматериалов совместно с коллегами из МФТИ смогли впервые в России реализовать четырехкубитный квантовый процессор и продемонстрировать на нем точности двухкубитных операций CZ более 97%, а также открыли новый тип резонансных осцилляций сверхпроводящего критического тока, связанных с туннелированием между локализованными андреевскими квантовыми уровнями (<https://doi.org/10.1002/quate.202100124>).
- Научный коллектив лаборатории гибридных аддитивных технологий разработал способ производства композитных деталей для аэрокосмической промышленности, который за счет сочетания лазерных технологий и изостатического прессования на 15% повысил прочность готовых изделий (<https://doi.org/10.1007/s00170-021-08307-5>).
- Лаборатория перспективной солнечной энергетики адаптировала технологию нанесения полупроводниковых слоев посткремниевых фотопреобразователей к промышленным стандартам, что позволит удешевить и упростить производство солнечных батарей (<https://doi.org/10.1063/5.0055993>).



- Центр компетенций НТИ «Квантовые коммуникации» разработал систему квантового распределения ключей с частотой приготовления квантовых состояний более 1 ГГц, увеличив частоту в четыре раза. Это большее количество вырабатываемого ключа в секунду, которое позволяет чаще менять ключи шифрования, что еще более увеличивает защиту. Также, центр провел демонстрацию работы узла отечественной квантовой сети, который станет основой для создания демонстрационных квантовых компьютеров и прототипирования устройств квантового интернета.
- Лаборатория «Конструкционные керамические материалы» разработала новый композиционный материал на основе карбонитрида гафния, устойчивый как к высокой температуре, так и к окислению, который может применяться при изготовлении ответственных узлов ракетно-космической и другой перспективной техники (<https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2022.05.055>).
- Российские ученые из лаборатории ультраширокозонных полупроводников совместно с коллегами из Южной Кореи приблизились к пониманию процессов, препятствующих дальнейшей миниатюризации устройств на основе широкозонных полупроводников, например, светодиодов для LED-дисплеев. Исследователи предполагают, что проблему возможно решить при помощи дополнительной обработки поверхности. (<https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2022.166072>).
- Сотрудники научно-образовательного центра биомедицинской инженерии совместно с коллегами из Томского политехнического университета предложили способ модификации биополимеров для тканевой инженерии. Добавление в материал небольшого количества частиц восстановленного оксида графена способствует улучшению механических свойств и эффекта памяти формы. В будущем такой материал может использоваться для регенерации мягких тканей, например, для нервной ткани и кожных покровов. (<https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2022.111694>).
- Материаловеды с кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов и химии ИНХС РАН экспериментальным путем обнаружили оптимальный размер наночастиц катализатора железо-кобальт, благодаря которому станет возможно получать экологически чистые моторные топлива с пониженным содержанием сернистых и азотистых соединений. (<https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.122455>).
- Образцы алюминиевых композитов с добавлением углеродных нановолокон, созданные в лаборатории «Катализа и переработка углеводородов», показали 20-ти процентное увеличение твердости и значительные изменения в структуре материала на микроуровне. (<https://doi.org/10.3390/nano12091559>).



Приоритет 2030

По результатам реализации проекта Приоритет 2030 университет подтвердил свои позиции в группе лидеров трека «Исследовательское лидерство».

Всего в 2022 году в рамках программы Приоритет 2030 открыты 5 новых научных лабораторий.

Стратегические проекты

1. Материалы будущего

Руководитель стратпроекта – Калошкин Сергей, профессор, директор Института новых материалов и технологий.

273,7 млн руб.

Бюджет на 2022 г.

Результаты

- Разработана концепция и прототип отечественного томографического устройства на базе острофокусного рентгеновского источника;
- Разработано миниатюрное нагружающее устройство для экспериментов в луце острофокусного источника или синхротрона;

ИТОГИ 2022

- Синтезирована серия термопластичных полиуретанов с эффектом памяти формы и температурой переключения в районе температуры человеческого тела для биомедицинских применений;
- Разработан новый магнитомягкий сплав для высокочастотного применения (заявка на патент);
- Разработан эффективный способ синтеза однородных плотных поликристаллических образцов сплавов Гейслера для применения в термоэлектрических преобразователях.

2. Квантовый интернет

Руководитель стратпроекта - Устинов Алексей, профессор, заведующий лабораторией I «Сверхпроводящие метаматериалы».

Результаты

- Численный симулятор квантовых цепей для квантовой коррекции ошибок;
- Устройство для реализации двухкубитного вентиля CZ между сверхпроводниковыми кубитами на основе высокой кинетической индуктивности;
- Метод для декомпозиции многокубитных вентиляй с использованием многоуровневых квантовых систем – кудитов.
- Двухкубитный квантовый процессор с перестраиваемым элементом связи, рекордная точность одно- и двухкубитных операций: 99,97 и 99,2 %.

64,1 млн руб.

Бюджет на 2022 г.

3. Биомедицинские материалы и биоинженерия

Руководитель стратпроекта – Сенатов Федор, директор НОЦ Биомедицинской инженерии.

Результаты

- Разработаны модельные системы для мониторинга эффективности перспективных препаратов *in vitro* на уровне единичных клеток;
- Впервые получены мембранны на основе полимеров курдлан/хитозан, демонстрирующие полное заживление диабетических ран через 24 дня;
- Впервые продемонстрирована высокая противовирусная активность нановолокон ПКЛ: ПЭО с медным покрытием в отношении вируса SarsCoV2;

76,1 млн руб.

Бюджет на 2022 г.

- Разработаны подходы 3Д-печати материалами на основе ПЛА/ПКЛ с эффектом памяти формы для «самоустанавливающихся» имплантатов;
- Методом биопечати сформирован имплантат ушной раковины на основе ПЛА/ПКЛ/ТПУ, коллагена и фибробластов (заявка на патент);
- Разработан программно-аппаратный комплекс, позволяющий производить биопечать кожного эквивалента непосредственно на пациенте;
- Получены образцы нервного кондуита на основе коллагена для заместительной регенеративной терапии травм ЦНС (заявка на патент).

4. Технологии устойчивого развития

Руководитель стратпроекта – Мясков Александр, директор Горного института.

Результаты

- Получены данные по кинетике и механизму процессов взаимодействия металлургических шлаков и зол с концентрированными водными растворами щелочей (КОН, Na₂CO₃) и фос-

28 млн руб.

Бюджет на 2022 г.

форной кислоты в условиях мокрого помола позволяют определить оптимальные режимы механохимической активации (мокрого помола) металлургических шлаков различного типа и

- их смесей с другими вторичными продуктами металлургии);
- Лабораторная установка по оценке поглощающей способности материалов по отношению к парниковым газам;

- Испытательный стенд по определению выбросов взвешенной пыли и загрязняющих веществ (готов, производится постановка на баланс);
- «Методика измерений гранулометрического состава проб угольной пыли методом лазерной дифракции» (МИ-01/22, Свидетельство об аттестации методики измерений № 241.0032/RA.RU.311866/2022 от 20 апреля 2022 г.).

5. Цифровой бизнес

Руководитель стратпроекта – Голицын Лев, директор Центра больших данных.

Результаты

- Разработаны предобученные контекстно-зависимые языковые модели, соответствующие мировому уровню;
- Подана заявка на регистрацию программы ЭВМ (28.12.2022 г.): Модуль предобработки данных.

40,8 млн руб.

Бюджет на 2022 г.

Научно-исследовательская политика и политика в области инноваций и коммерциализации разработок

1. Молодёжные лаборатории

Создано две лаборатории под руководством молодых ученых: Лаборатория цифрового материаловедения и Лаборатория интеллектуальные сенсорные системы.

В лаборатории цифрового материаловедения под руководством ведущего ученого, доктора физ.-мат. наук, доцента, профессора Университета МИСИС Павла Сорокина проводятся фундаментальные научные исследования и осуществляются концептуальные разработки в области теоретического моделирования новых материалов с перспективными свойствами. В лаборатории «Интеллектуальные сенсорные системы» под руководством доктора физ.-мат. наук Алексея Труханова ведутся иссле-

дования в области магнитомягких материалов на основе аморфных и нанокристаллических сплавов переходных металлов для сенсоров, работающих на принципе гигантского магнитоимпедансного эффекта, а также в области магнитоэлектрических материалов на основе многокомпонентных оксидов переходных металлов и их композитов для сенсоров, работающих на принципе мультиферроидного эффекта.

10,2 млн руб.

Бюджет на 2022 г.

2. Поддержка результативных подразделений

Лаборатория «Квантовые информационные технологии» под руководством PhD Алексея Федорова продолжает традицию эффективного взаимодействия НИТУ МИСИС и Российского квантового центра, в рамках которого были запущены совместный научно-образовательный проект «Квантовый центр НИТУ МИСИС» и Центр НТИ «Квантовые коммуникации».

В рамках стратегического проекта «Материалы будущего» открыты сразу две лаборатории. Одной из задач лаборатории «Структурные и термические методы исследования материалов» под руководством ведущего ученого, к.ф.-м.н., профессора Дмитрия Иванова является разработка нанокалориметра – устройства для проведения термоаналитических

измерений в широком диапазоне температур и скоростей нагрева (до нескольких тысяч градусов в секунду) на единицах нанограммов образца. Лаборатория ускоренных частиц (ЛУЧ) под руководством профессора Оксфордского университета, PhD Александра Корсунского сформирована с целью создания научного коллектива и инфраструктуры для разработки и выведения на ведущий мировой уровень установок и методов электронной и ионной микроскопии и рентгеновского анализа (рассе-

47,6 млн руб.

Бюджет на 2022 г.

ИТОГИ 2022

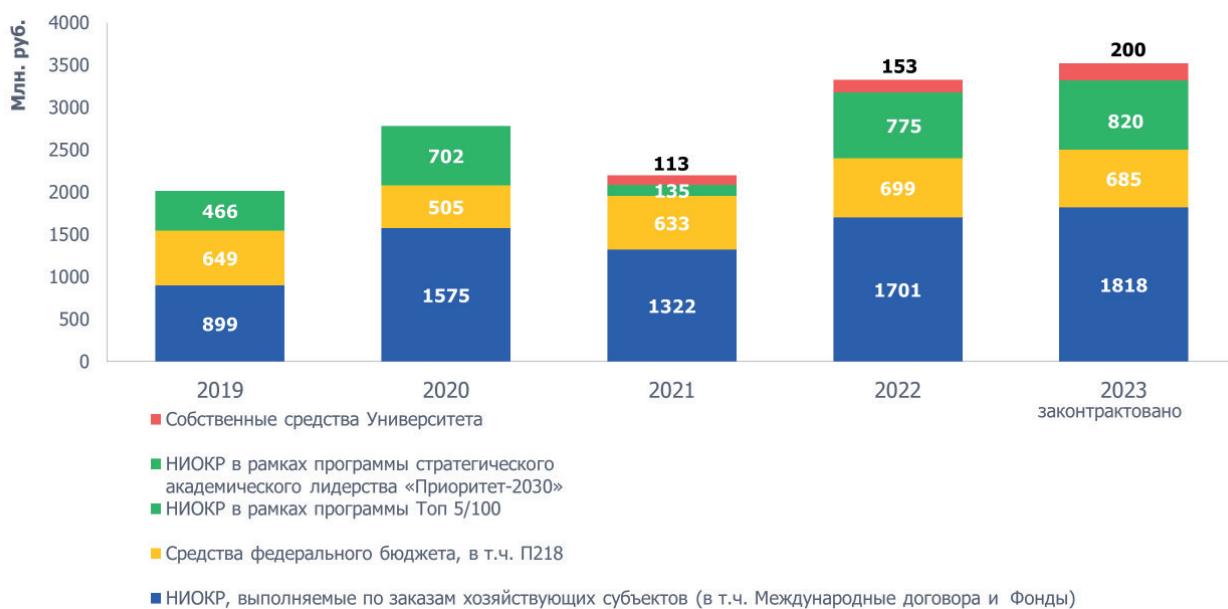


Рисунок 1 – Динамика финансирования НИОКР, научно–технических услуг университета в 2017–2022 гг.

яния, спектроскопии и томографии) с использованием сопряженных методов исследования структуры вещества и особенностей протекания сложных физико-химических процессов на микро- и нанометрических масштабах.

На рисунке 1 представлена динамика финансирования НИОКР, научно–технических услуг университета в 2017–2022 гг. В 2022 году объем НИОКР вырос на 16 %.

Наибольший вклад в объем финансирования в 2022 году внесли Учебно-научные центры НИТУ МИСИС – 1387 млн. руб., Институт новых материалов и нано-

технологий – 342 млн.руб., Институт экотехнологий и инжиниринга – 295 млн. руб., Горный институт – 120 млн. руб. (рисунок 2).

Основными источниками финансирования научно–технических услуг в 2022 году являются: Минобрнауки РФ, включая Постановление 218 (699 млн. руб.), предприятия РФ (663 млн. руб.), РНФ (432 млн. руб.) и госконтракты с Министерствами и Ведомствами (291 млн. руб.) (рисунок 3).

Подразделения, получившие наибольшие финансирование НИОКР в 2022 году: НОЦ Центр квантовых коммуникаций НТИ (475,5 млн. руб.), Лаборатория

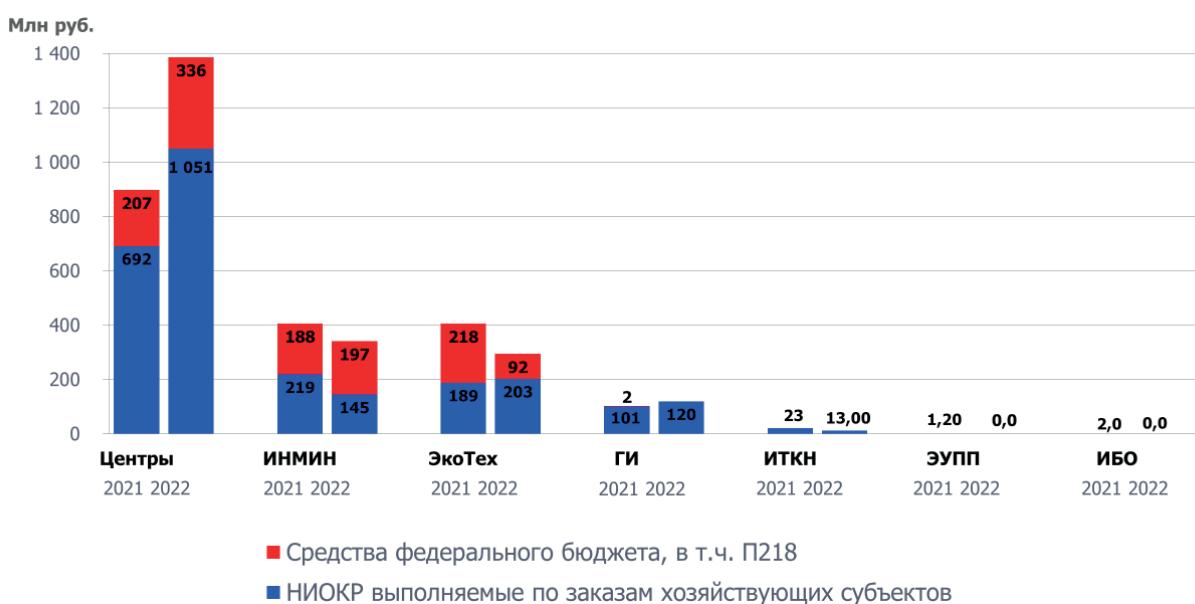


Рисунок 2 – Финансирование НИОКР институтов Университета в 2022 году

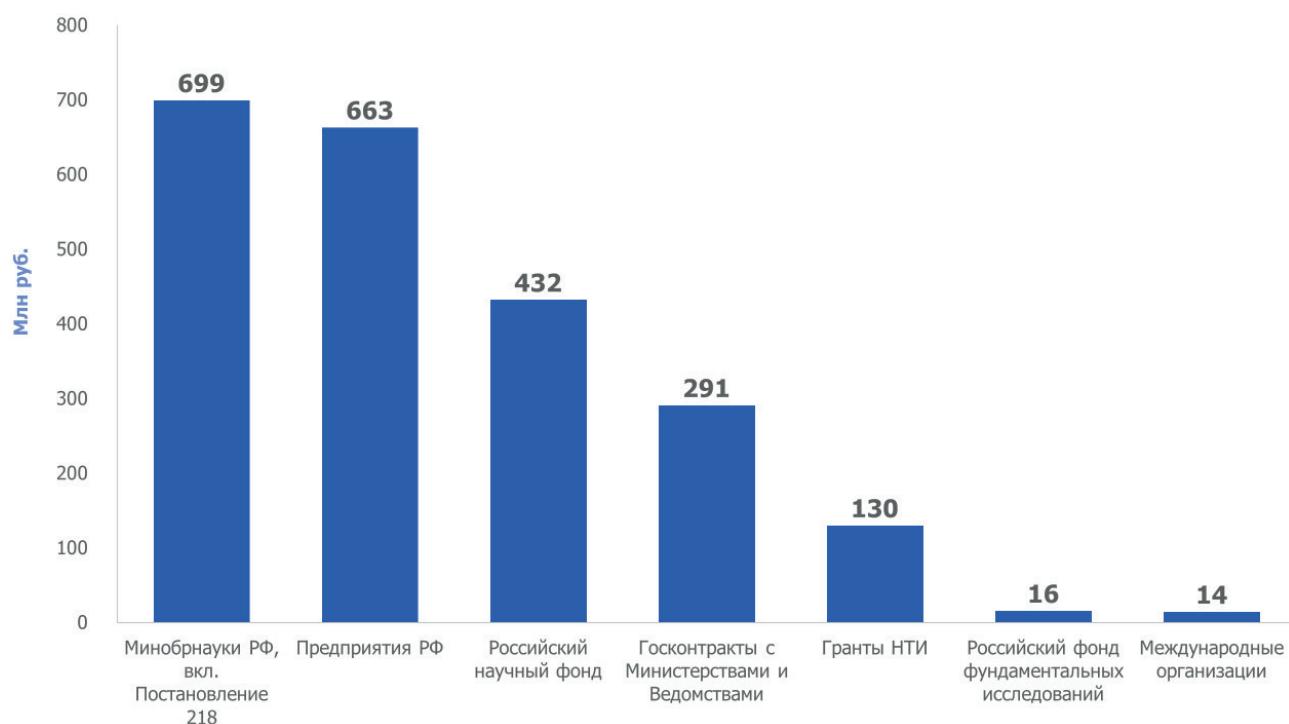


Рисунок 3 – Источники финансирования НИОКР, научно-технических услуг

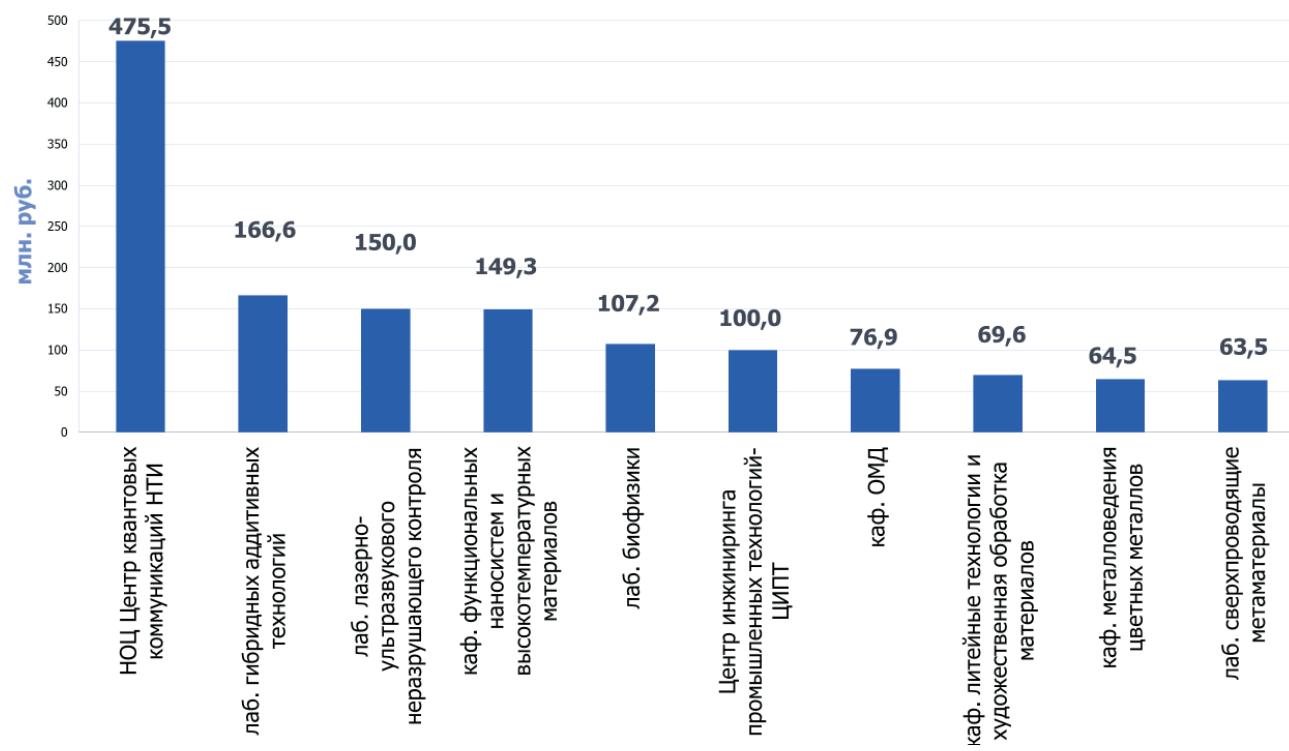


Рисунок 4 – Финансирование НИОКР подразделений лидеров в 2022 году

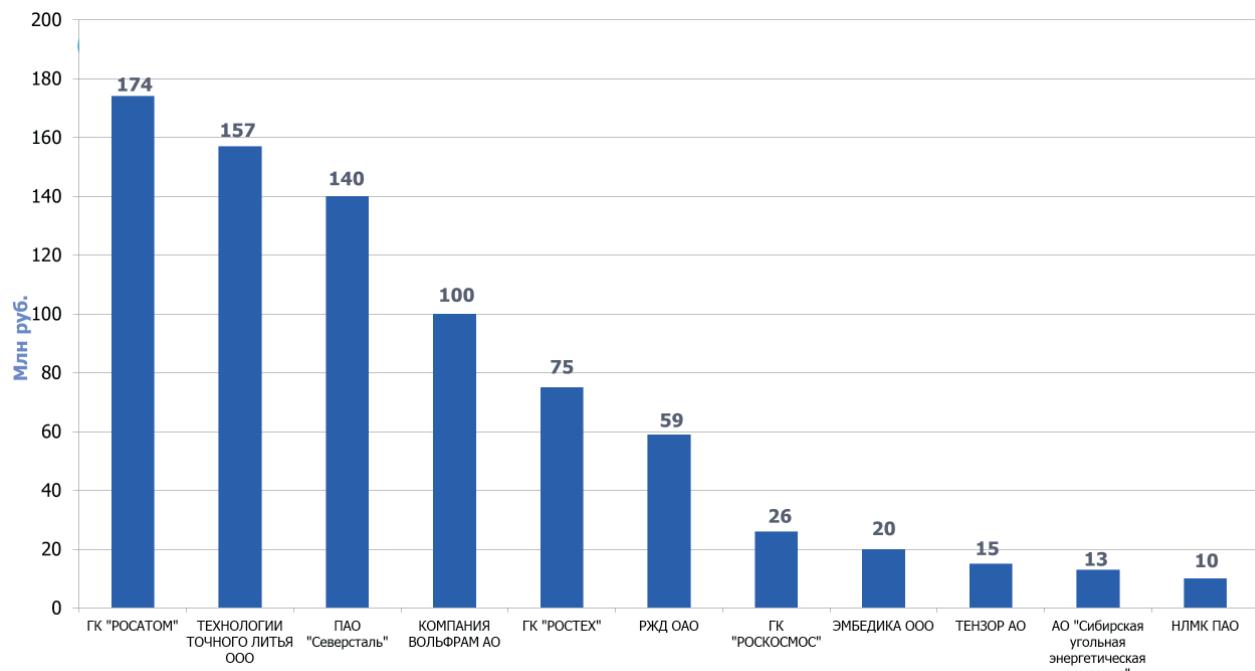


Рисунок 5 – Наиболее крупные заказчики хоздоговорных работ, в том числе выполняемые в рамках постановления Правительства РФ № 218

гибридных аддитивных технологий (166,6 млн. руб.), Лаборатория лазерно-ультразвукового неразрушающего контроля (150 млн. руб.), Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов (149,3 млн. руб.) (рисунок 4).

Наиболее крупные заказчики хоздоговорных работ в 2022 году по объему финансирования: ГК «Росатом» (174 млн. руб.), ООО «Технологии Точного Литья» (157 млн. руб.), ПАО «Северсталь» (140 млн. руб.)

и АО КОМПАНИЯ «ВОЛЬФРАМ» (100 млн. руб.) (рисунок 5).

3,3 млрд руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 г.

Молодые ученые МИСИС

Работы молодых ученых НИТУ МИСИС высоко оценены российским и мировым научным сообществом. Заведующая лабораторией «Ультрамелкозернистые металлические материалы» Михайлова 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 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 2022 Лауреатами ежегодной премии Правительства Москвы молодым ученым стали:

Директор Научно-исследовательского центра «Конструкционные керамические наноматериалы» Дмитрий Московских и научные сотрудники центра Вероника Суворова и Андрей Непапушев за работу «Новые многокомпонентные тугоплавкие керамики: от синтеза к высокотемпературному применению». В работе приведено решение фундаментальной проблемы создания новых тугоплавких многокомпонентных керамических материалов, способов их получения, а также установления взаимосвязи между составом материалов и свойствами.

Рейтинг кафедр

Традиционно были подведены итоги деятельности кафедр НИТУ МИСИС за 2022 год. Рейтинговый ряд представлен на рисунке 6.

В целом, в 2022 году МИСИС снизил общий объем публикаций в высокорейтинговых журналах.

Рисунки 7, 8, 9 и 10 демонстрируют публикационную активность НИТУ МИСИС.

Цитируемость публикаций НИТУ МИСИС за последние 5 лет продолжает расти.

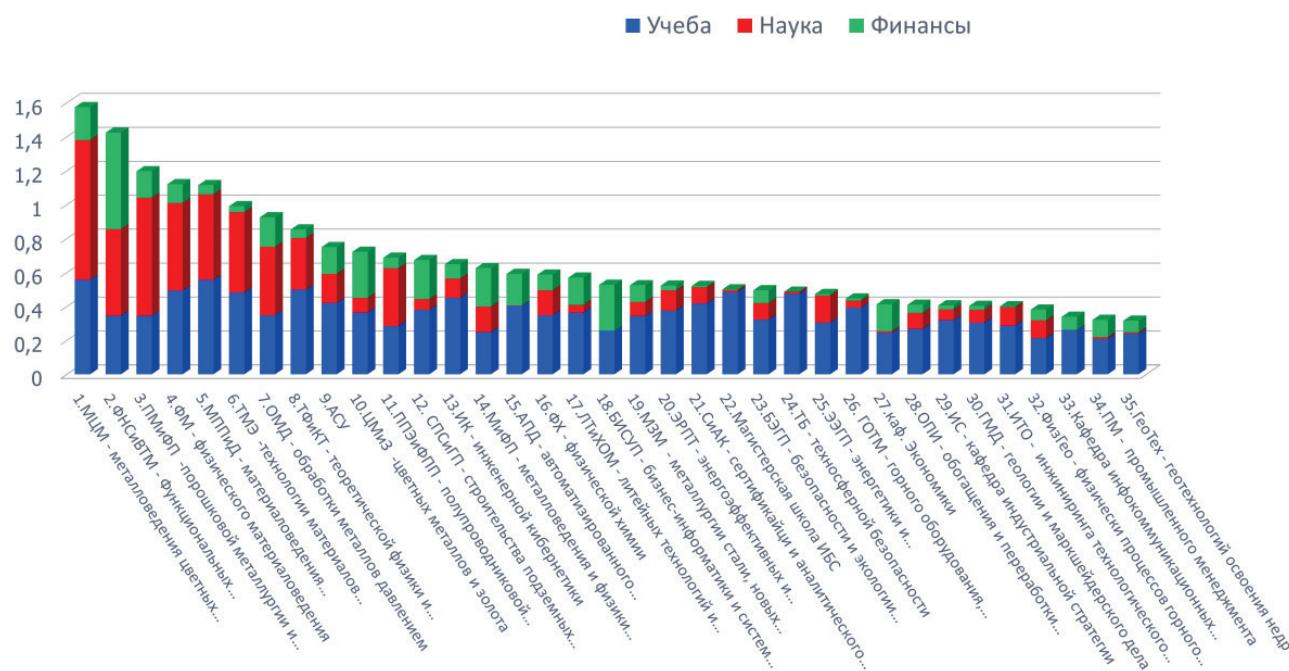


Рисунок 6 – Рейтинг кафедр за 2022 год

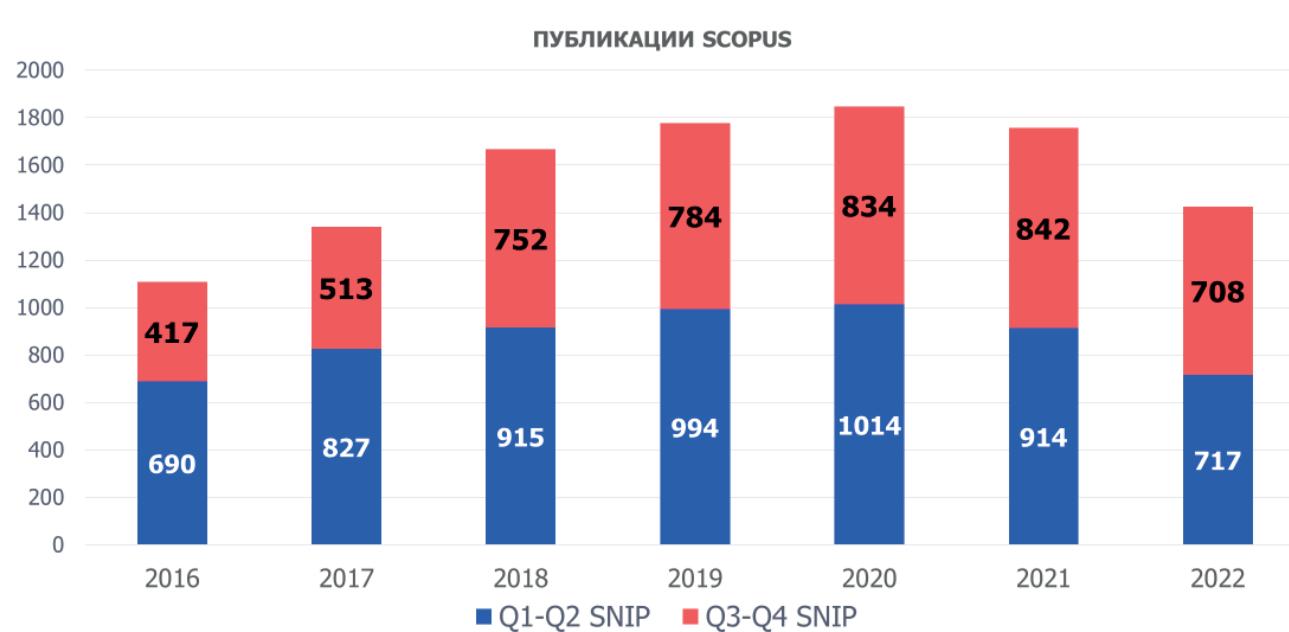


Рисунок 7 – Динамика публикационной активности

Динамика цитируемости публикаций (SciVal)

* На 01.11.2022

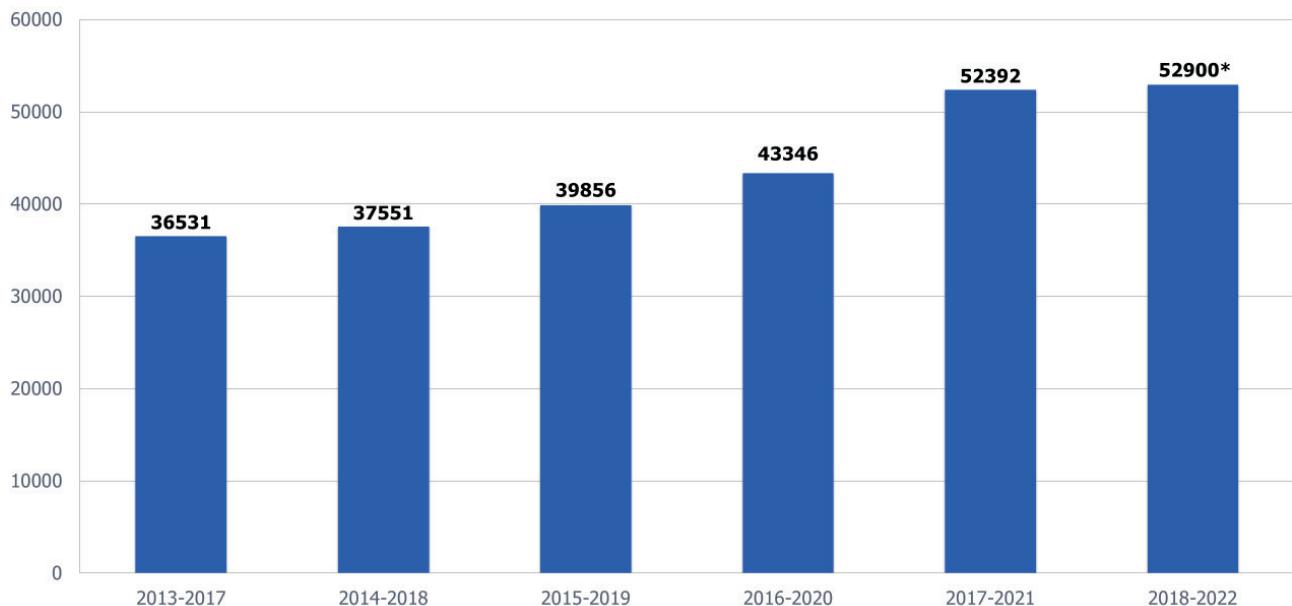


Рисунок 8 – Динамика цитируемости публикаций

Число публикаций топ 10% вузов 1 группы

misis.ru

Исследовательское лидерство за 2022 год по Web of Science

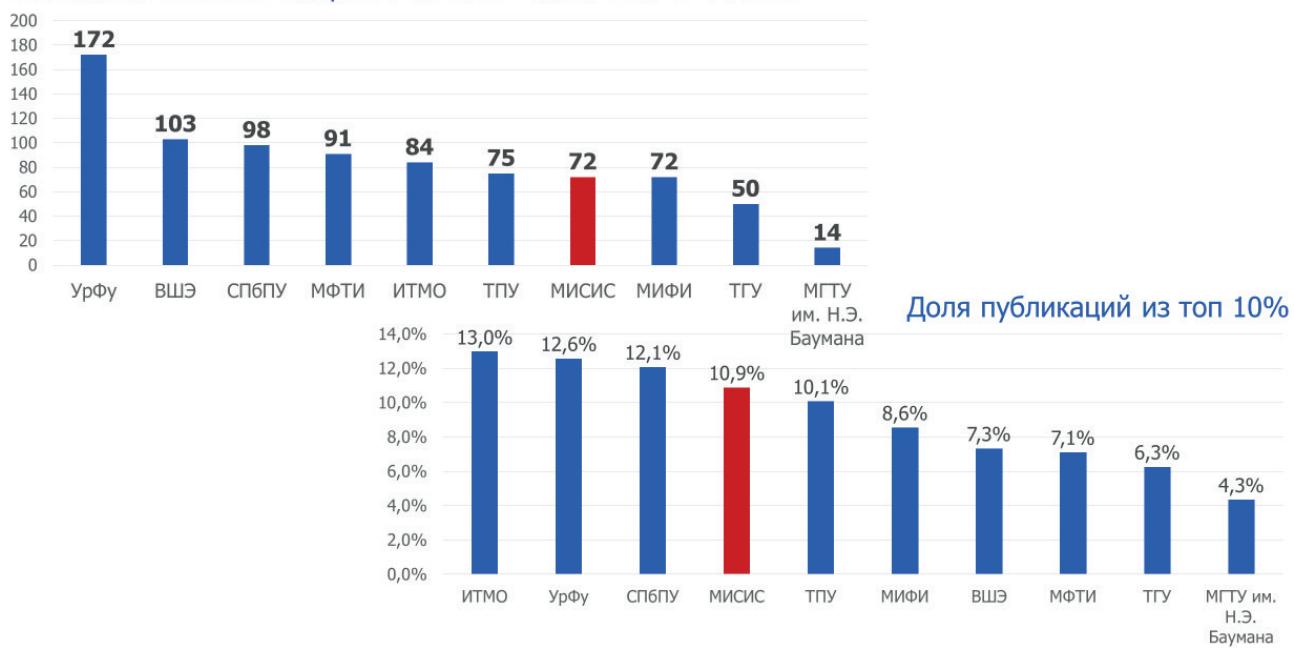


Рисунок 9 – Публикации топ 10%



Рисунок 10 – Наиболее высокорейтинговые статьи в журналах за 2022 год

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

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

Контактная информация

Фilonov 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 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. С участием научных коллективов института в НИТУ МИСИС были созданы 7 лабораторий, целью которых была реализация Программы повышения конкурентоспособности 5/100 и государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ.

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

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

Область и направления научных исследований

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

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

- Высокоэффективные технологии в металлургии цветных, редких и благородных металлов;
- Сертификация и аналитический контроль, техносферная безопасность;
- Ресурсосберегающие технологии получения чугуна, стали и ферросплавов;
- Новые сплавы цветных металлов, физическое моделирование термомеханических процессов;
- Термохимия материалов;

- Энергоэффективные технологии и термическое оборудование на металлургических предприятиях;
- Новые технологии порошковой металлургии и функциональных покрытий;
- Аддитивные технологии производства металлических изделий;
- Компьютерные литейные технологии при производстве высокоточных сложнофасонных деталей;
- Технологии пластической деформации металлов, трубное производство, инжиниринг технологического оборудования;
- Эффективная утилизация промышленных и бытовых отходов.

295 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 г.

Опыт участия в крупных проектах

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

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

В 2022 году победителем конкурсов Российского научного фонда (РНФ) стал двадцать один научный проект молодых ученых НИТУ МИСИС, из них 12 проектов под руководством сотрудников подразделений института ЭкоТех:

- Исследование закономерностей структурообразования и разработка новых высокотехнологичных сплавов на основе системы Al-Zn-Mg-Cu с редкоземельными металлами H1;
- Разработка высокоэнтропийных связок для нового поколения алмазного режущего инструмента с повышенными эксплуатационными характеристиками за счет комплексного модифицирования и реализации механизмов дисперсного и дисперсионного упрочнения;
- Разработка научно-технологических основ создания персонализируемых имплантатов из сверхупругих сплавов на основе Ti-Zr-Nb с модифицированной внутренней архитектурой и антибактериальной поверхностью для хирургии позвоночника;
- Исследование влияния квазинепрерывного равноканального углового прессования в специальной оболочке при пониженных температурах деформации на структуру и функциональные свойства сплавов TiNi с памятью формы технического и медицинского назначения;
- Обоснование состава проводниковых термостойкихnanoструктурных алюминиевых сплавов системы Al-Ca-MnZr, получаемых литьем в электромагнитный кристаллизатор;
- Создание научных основ лазерной обработки новых высокотехнологичных алюмокальциевых сплавов системы Al-Ca-(Cu, Mn, Zn, Mg, Ce (La)) для производства сложных топологически оптимизированных изделий методами гибридного формообразования;
- Теоретические и экспериментальные исследования влияния микроструктурной гетерогенности на эволюцию структуры и сверхпластичность алюминиевых сплавов, обработанных трением с перемешиванием;
- Фундаментальные основы разработки термически упрочняемых сплавов типа «авиаль» с ультрамелкозернистой структурой и улучшенными эксплуатационными свойствами;
- Структура и магнитные свойства аморфных материалов на основе сплавов системы Fe-Co-Cr-Si-B;
- Исследование деформационного поведения, структурообразования и свойств никелида титана, подвергнутого мегапластической деформации кручением;
- Разработка нового класса жаропрочных интерметаллидных сплавов и технологий получения узкофракционных порошков для аддитивных технологий производства ответственных деталей газотурбинных двигателей;
- Исследование закономерностей формирования структуры и разработка новых высокотехнологичных сплавов на основе систем Al-Cu-Y и Al-Cu-Er.

Важнейшие достижения института в научных исследованиях

Подразделениями ЭкоТех проводились активные исследования в области создания новых технологий и материалов, в том числе: в области порошковой металлургии; аддитивных технологий; переработки природного и техногенного минерального сырья; снижения энергоемкости 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.

Значительные исследования проводились в области аддитивных технологий: разработка технологии и изготовление деталей для авиакосмоса и автомобилестроения из нержавеющих и цветных сплавов, полностью напечатанных на 3D-принтере, что позволило снизить вес изделия и изготовить деталь за одну технологическую операцию вместо трех и более; печать постоянных магнитов из порошка неодим-железо-бор, которые применяются для создания генераторов, электродвигателей; создание технологии изготовления композитных деталей, состоящих из матрицы титанового сплава с армирующими волокнами карбида кремния что позволяет повысить прочность готовых изделий; подбор параметров и изготовление детали сложной формы с толщиной стенки 100 мкм из вольфрамового

порошка. Разработали полностью отечественный термотрансферный принтер маркеров для кабелей, проводов, разъемов и электрических компонентов. Разработали уникальную технологию нанесения защитных покрытий для ответственных узлов и деталей современной техники что дает прирост стойкости к коррозии и высокотемпературному окислению в 1,5 раза по сравнению с существующими техническими решениями. Изучается метод получения хлората натрия для отбеливания бумаги, что позволит не только получить товарную продукцию, но и утилизировать шахтные воды и галитсодержащие отходы.

Сотрудниками кафедр института опубликовано свыше 247 статей, входящих в базы Web of Science и Scopus. Среди структурных подразделений НИТУ МИСИС в 2022 году по результатам рейтинга кафедр в первую десятку вошли 4 подразделения института ЭкоТех: кафедра металловедения цветных металлов, кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий, кафедра обработки металлов давления, кафедра цветных металлов и золота. Лидером рейтинга кафедр за 2022 год стала кафедра металловедения цветных металлов.

Студенты и сотрудники ЭкоТех являются победителями различных стипендий: Президента РФ, программа «Михаил Ломоносов», Фонд Арконик, имени В.А. Арутюнова, В.А. Григоряна, им. Е.Ф. Вегмана, ПАО «ТМК» имени Александра Дмитриевича Дейнеко, «МетПром» имени Евгения Феликсовича Вегмана, грантов: Президента РФ, РНФ и РФФИ.

Контактная информация

Травянов Андрей Яковлевич, директор института

+7 (499) 236-88-45

trav@misis.ru



КАФЕДРА «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»



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

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

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

Кафедра техносферной безопасности многие годы ведет подготовку профессиональных кадров по направлению:

Магистратура (2 года обучения):

20.04.01 Управление безопасностью технологических процессов и производств

Аспирантура (3 года обучения):

2.10 Техносферная безопасность

по кодам научных специальностей:

2.10.1 Пожарная и промышленная безопасность

2.10.2 Экологическая безопасность

2.10.3 Безопасность труда

Кафедра читает следующие дисциплины:

- Безопасность жизнедеятельности;
- Вопросы безопасности в проектах;
- Особенности воздействия на техносферу горно-металлургического производства;
- Моделирование в охране труда;
- Системный анализ и моделирование в промышленной безопасности;
- Экономика в сфере безопасности;
- Экспертиза безопасности;
- Моделирование в системах экологической безопасности;
- Устойчивое функционирование объектов экономики в ЧС;
- Техническое регулирование, стандартизация, оценка соответствия;
- Технологии обеспечения экологической безопасности;
- Современные способы обеспечения экологической безопасностью;
- Источники загрязнения среды обитания;
- Физико-химические процессы в техносфере;
- Интегрированные системы управления безопасностью;
- Управление профессиональными рисками;
- Управление рисками в природно-техносферной сфере;
- Обеспечение пожаровзрывобезопасности технологических процессов и производств;
- Пожаровзрывобезопасность на металлургических предприятиях.

В 2022 году основным видом работ стали совершенствование учебно-методической, в том числе дистанционной учебной деятельности, публикации учебно-методического материала и научных статей, работа с ведущими металлургическими предприятиями в направлении научной хорасчетной деятельности – были поданы около 20 заявок. Также активно ведется работа по развитию дополнительного профессионального образования.

В рамках семинара-совещания технических инспекторов Горно-металлургического профсоюза России было проведено обучение по программам «Охрана труда» – 40 часов; «Независимый аудит условий труда» – 16 часов.

Успешно завершил учебу согласно учебному плану 1 аспирант, 1 аспирант в академическом отпуске. Идет подготовка диссертации для защиты в диссертационном совете. Всего на кафедре обучается 11 аспирантов, из них: 7 аспирантов по двум научным специальностям (05.26.01 Охрана труда (в металлур-

гии); 05.26.03 Пожарная и промышленная безопасность (в металлургии) и 4 аспиранта по группе трем научным специальностям (2.10.1 Пожарная и промышленная безопасность; 2.10.2 Экологическая безопасность; 2.10.3 Безопасность труда).

Идет активная работа по развитию аспирантуры на кафедре, а именно подготовка к открытию экспертизных советов по научным специальностям 2.10.1 Пожарная безопасность; 2.10.2 Экологическая безопасность; 2.10.3 Безопасность труда научной группы 2.10 Техносферная безопасность.

Основные научные направления деятельности кафедры

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

Кадровый потенциал подразделения

На кафедре работают:

3 профессора, 7 доцентов, 1 старший преподаватель, 4 ассистента.

Из них: три доктора наук, восемь кандидатов наук.

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

Наиболее крупные проекты

Проект «Разработка методологии сводной отчетности о техническом состоянии основных фондов компании и подразделений компании, их соответствии нормативным требованиям, нормам промышленной безопасности, а также стратегическим целям горно-металлургической компании (ГМК)».

В отчете отражены результаты разработки методологии обработки параметров технической надежности с целью получения комплексного коэффици-

ента надежности и безопасности подразделений дочерних обществ ГМК.

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

Основные публикации

1. Зиновьева О. М., Меркулова А. М., Смирнова Н. А., Щербакова Е. А. К вопросу управления психосоциальными рисками в горном деле // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2022. – № 1. – С. 20–33. DOI:10.25018/0236_1493_2022_1_0_20.

2. Zinovieva O. M., Merkulova A. M., Smirnova N. A., Shcherbakova E. A. Psychosocial risk management in

mining. MIAB. Mining Inf. Anal. Bull. 2022;(1):20-33. [In Russ]. DOI: 25018/0236_1493_2022_1_0_2010.

3. Зиновьева О. М., Колесникова Л. А., Меркулова А. М., Смирнова Н. А. Управление экологическими рисками на горнодобывающих предприятиях // Уголь. – 2022. – № 3. – С. 76–80. DOI:10.18796/0041-5790-2022-3-76-80.

4. Zinovieva O. M., Kolesnikova L. A., Merkulova A. M. & Smirnova N. A. Environmental risk management at mining enterprises. *Ugol'*, 2022, (3), pp. 76-80. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-3-76-80.
5. Баловцев С. В., Скопинцева О. В., Коликов К. С. Управление аэрологическими рисками в подготовительных выработках угольных шахт // Устойчивое развитие горных территорий. – 2022. – Т. 14. – № 1. – С. 107–116. DOI: 10.21177/1998-4502-2022-14-1-107-116.
6. Balovtsev S. V., Skopintseva O. V., Kolikov K. S. Aerological risk management in preparation mining of coal mines. *Sustainable Development of Mountain Territories*. 2022;14(1):107-116. [In Russ]. DOI: 10.21177/1998-4502-2022-14-1-107-116.
7. Баловцев С. В., Скопинцева О. В., Куликова Е. Ю. Иерархическая структура аэрологических рисков в угольных шахтах // Устойчивое развитие горных территорий. – 2022. – Т. 14. – № 2. – С. 276–285. DOI: 10.21177/1998-4502-2022-14-2-276-285.
8. Balovtsev S. V., Skopintseva O. V., Kulikova E. Yu. Hierarchical structure of aerological risks in coal mines. *Sustainable Development of Mountain Territories*. 2022;14(2):276-285. [In Russ]. DOI: 10.21177/1998-4502-2022-14-2-276-285.
9. Баловцев С. В., Скопинцева О. В. Критерии опасности и уязвимости в структуре рангов аэрологи- ческих рисков угольных шахт // Горный информа- ционно-аналитический бюллетень. – 2022. – № 10. – С.153–165. DOI: 10.25018/0236_1493_2022_10_0_153.
10. Balovtsev S. V., Skopintseva O. V. Hazard and vulnerability criteria in the rank structure of aerological risks in coal mines. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2022;(10):153-165. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236_1493_2022_10_0_153.
- Сведения о конференциях, семинарах, других ме- роприятий с участием сотрудников и обучающихся кафедры:
- VII Всероссийское совещание заведующих кафе- драм и Открытое заседание ФУМО ТБП; Международный научный симпозиум Неделя горняка; Международная выставка и форум «Безопасность и охрана труда»; Всероссийская неделя охраны труда; «Всероссийский конкурс выпускных квалификационных работ» г. Санкт-Петербург (призовое место); Студенческая лига Международного инженерного чемпионата «CASE-IN» отделение Промышленная безопасность; Всероссийская олимпиада по безопас器ности жизнедеятельности (призовые места); VII международная студенческая интернет-олимпиада «Безопасность жизнедеятельности (призовые места); VII международная студенческая интернет олимпиада «Экология» (призовые места).
- В 2022 году кафедра выпустила 17 магистров.

Основные научно-технические показатели

Количество публикаций: статей более 12, из них 12 – в научных журналах из списка WoS/Scopus.

Контактная информация

Заведующий кафедрой: Овчинникова Татьяна Игоревна
+7 (499) 230-24-00; +7 (499) 230-24-44
ovchinnikova_ti@mail.ru

Зам. зав. кафедры по науке: Филин Александр Эдуардович
+7 (499) 230 2428
aleks_filin@bk.ru

Меркулова Анна Михайловна
+7 (499) 230-24-42
anna-merkulova@misis.ru

Москва, Ленинский проспект, д. 6, стр. 7
+7 (499)230-24-44
tsb@misis.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 НИТУ МИСИС традиционно занимается подготовкой высококвалифицированных специалистов для нужд промышленных предприятий, научно-исследовательских центров России. Особое внимание уделяется подготовке будущих специалистов-литейщиков, обладающих теоретическими знаниями и практическими навыками в области разработки технологии изготовления литых деталей, конструирования литейных форм, моделирования процессов заполнения формы расплавом и затвердевания отливок, материаловедения и сопутствующих дисциплин, что делает наших выпускников конкурентноспособными на рынке труда и востребованными на профильных промышленных предприятиях России. Научно-исследовательская деятельность кафедры направлена на решение актуальных задач промышленных предприятий России, включая разработку новых сплавов, технологий и материалов.

Основные научные направления деятельности кафедры

- развитие теории и внедрение инновационных литейных процессов применительно к авиа-промышленности, 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 37 сотрудников, в том числе:

- 1 профессор;
- 7 доцентов;
- 3 старших преподавателя.

Из них: 1 доктор технических наук и 16 кандидатов технических наук.

На кафедре обучается 7 аспирантов.

Наиболее крупные проекты

- Договор № 002702 от 22.12.2021 г. на выполнение научно-исследовательской, опытно-технологической и опытно-конструкторской работы с ПАО «ОДК-Кузнецов» (г. Самара) на тему: «Создание технологии изготовления уникальных крупногабаритных отливок из жаропрочных сплавов для газотурбинных двигателей, ориентированной на использование отечественного оборудования и организацию современного ресурсоэффективного, компьютероориентированного литейного производства» в рамках

Постановления Правительства РФ № 218, 14 очередь.

69,8 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 г.

Общий объем финансирования – 205 000 000 рублей.

Объем финансирования в 2022 г. – 65 000 000 рублей.

- Договор от 12.07.2021 г. № 2023730201362444 000218836/1179/0130-21 с АО «Композит» на

тему: «Компьютерное моделирование технологических параметров для получения отливок из высокомодульного бериллиевого сплава и проведение испытаний»

Общий объем финансирования – 10 200 000 рублей.

Объем финансирования в 2022 г. – 4 800 000 рублей.

Важнейшие научно-технические достижения подразделения

- 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 °C (Договор с ПАО «АК «Рубин»);
- Разработан и внедрен в производство 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»);
- 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»);
- 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-Кузнецова»);
- Выведен на стадию опытно-промышленных испытаний 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»);
- В сотрудничестве с ПАО «ОДК-Кузнецова» разработан новый высокопрочный литейный магниевый сплав, обеспечивающий прочность на растяжение более 300 МПа при комнатной температуре;
- Кафедра организовала и провела XI Международную научно-практическую конференцию «Прогрессивные литейные технологии», посвященную 100-летию со дня рождения профессора, д.т.н. Курдюмова Алексея Васильевича (9-11 ноября 2022 года, НИТУ МИСИС);
- В рамках работы с ПАО «ОДК-Кузнецова» на кафедру закуплено оборудование и проведена модернизация лаборатории точного литья по выплавляемым моделям.

Подготовка специалистов высшей квалификации

По результатам ГИА в 2022 г. присвоена квалификация «Исследователь. Преподаватель-исследователь»:

- Анищенко Алексею Сергеевичу (гр. АТМ-18-ЛТиХОМ). Тема научно-квалификационной работы: «Изучение особенностей формирования структуры крупногабаритных магниевых отливок из сплавов МЛ19, полученных в ХТС формы в условиях бесфлюсовой плавки с целью повышения качества литья»;
- Хасеновой Регине Сагидуллаевне (гр. АТМ-18-ЛТиХОМ). Тема научно-квалификационной работы: «Разработка основ технологии выплавки и литья заготовок из высокочистых магниевых сплавов для изготовления отливок ответственного назначения»;

- Храмченковой Екатерине Сергеевне (гр. АТМ-18-ЛТиХОМ). Тема научно-квалификационной работы: «Исследование и разработка новой технологии механической обработки монокристаллов синтетических алмазов»;
- Целовальнику Юрию Всеволодовичу (гр. АТМ-18-ЛТиХОМ). Тема научно-квалификационной работы: «Изучение температурной зависимости коэффициента теплопередачи между металлом и литейной формой для повышения адекватности компьютерного моделирования литейных процессов».

Основные публикации

1. Relationship Between Critical Solid Fraction and Dendrite Coherency Point in Al–Si Alloys / Bazhenov, V.E., Petrova, A.V., Sannikov, A.V., A. A. Rizhsky, A. Yu. Titov, Yu. V. Tselovalnik, D. Yu. Ozherelkov, I. N. Pashkov, A.V. Koltygin, A.V., Belov, V.D. // International Journal of Metalcasting, 2023, 17(1), pp. 284–296, <https://doi.org/10.1007/s40962-022-00772-2>;
2. Corrosion Behavior and Biocompatibility of Hot-Extruded Mg–Zn–Ga–(Y) Biodegradable Alloys / Bazhenov, V., Li, A., Iliasov, A., Vasily Bautin, Sofia Plegunova, Andrey Koltygin, Alexander Komissarov, Maxim Abakumov, Redko, N., Shin, K.S. // Journal of Functional Biomaterials, 2022, 13(4), 294, <https://doi.org/10.3390/jfb13040294>;
3. Structure, Biodegradation, and In Vitro Bioactivity of Zn-1%Mg Alloy Strengthened by High-Pressure Torsion / Martynenko, N., Anisimova, N., Rybalchenko, O., Natalia Tabachkova, Mark Zheleznyi, Diana Temralieva, Viacheslav Bazhenov, Andrey Koltygin, Sannikov, A., Dobatkin, S. // Materials, 2022, 15(24), 9073, <https://doi.org/10.3390/ma15249073>;
4. Development of selective laser melting irregular open-cell titanium lattice structure to mimic the human cancellous bone / Bautin, V.A., Bardin, I.V., Yudin, A.V., Evgeny V. Svistunov, Bazhenov, V.E., Rytov, R.A. // Progress in Additive Manufacturing, 2022, 7(6), pp. 1287–1295, <https://doi.org/10.1007/s40964-022-00303-9>;
5. Study of Properties and Structure of Silicon Bronze CuSi3Mn1 (C65500) Wire at Various Stages of Its Production by Continuous Casting and Subsequent Drawing / Tavolzhanskii, S.A., Vedenkin, E.D., Plisetskaya, I.V., Bazhenov, V.E., Nikitina, A.A. // Metallurgist, 2022, 66(7–8), pp. 962–969, <https://doi.org/10.1007/s11015-022-01408-w>;
6. Изучение свойств и структуры проволоки из кремнистой бронзы БРКМЦ3-1 на различных этапах ее производства методами непрерывного литья и последующего волочения / Таволжанский С.А., Веденькин Е.Д., Плисецкая И.В., Баженов В.Е., Никитина А.А. // Металлург. 2022. № 8. С. 77-82
7. Влияние структурно-фазового состояния на механические и коррозионные свойства биорезорбируемых сплавов Zn-1%Mg и Zn-1%Mg-0,1%Ca / Мартыненко Н.С., Рыбальченко О.В., Рыбальченко Г.В., Огарков А.И., Баженов В.Е., Колтыгин А.В., Белов В.Д., Добаткин С.В. // Металлы. 2022. № 6. С. 85-93
8. Изучение влияния добавок Ti, Sr и В на жидкотекучесть алюминиевого сплава A356.2 (АК7ПЧ) / Баженов В.Е., Баранов И.И., Титов А.Ю., Санников А.В., Ожерелков Д.Ю., Лыскович А.А., Колтыгин А.В., Белов В.Д. // Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия. 2022. Т. 28. № 4. С. 55-66
9. О Всероссийской олимпиаде студентов-литейщиков / Белов В.Д., Титов А.Ю., Митева Л.Д. // Литейщик России. 2022. № 7. С. 15-22
10. Анализ направлений постобработки художественных изделий при топологической оптимизации в специализированном программном обеспечении / Битюцкий А.Д., Ивлева Л.П. // Дизайн. Материалы. Технология. – Выпуск 1(65). – ФГБОУВО «СПбГУПТД», 2022 г. – с.12
11. Исследование пожароопасности магниевых сплавов МЛ-ОПБ, EWZ43 и МЛ10 / Баженов В.Е., Баранов И.И., Лыскович А.А., Колтыгин А.В., Санников А.В., Карамян К.А., Белов В.Д., Павлинич С.П. // В сборнике: Всероссийский научно-технический форум по двигателям и энергетическим установкам имени Н.Д. Кузнецова, посвященный 110-летию ПАО «ОДК-КУЗНЕЦОВ». Материалы докладов. Самара, 2022. С. 17-19

Монографии:

1. Технология литейного производства: учебное пособие для практических занятий / А.И. Батышев, В.Д. Белов, К.А. Батышев, С.А. Сироткин, П.Д. Смелянец, Ю.А. Свиридоев, В.Д. Рябичев, Ю.И. Гутько. – Москва, Луганск: Издательство «Перо» / Издательство ЛГУ им. В. Даля, 2022. – 266 с.

Объекты интеллектуальной собственности:

1. 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
2. Высокопрочный литейный магниевый сплав / Колтыгин А.В., Павлов А.В., Баженов В.Е., Белов В.Д. // Патент на изобретение 2786785 С1, 26.12.2022, Бюл. № 36. Заявка: 2022123699, 06.09.2022
3. Способ модифицирования структуры литых заготовок из антифрикционной бронзы для диффузионной сварки со сталью (варианты) / Колтыгин А.В., Баженов В.Е., Титов А.Ю., Белов В.Д. // Патент на изобретение 2778039 С1, 12.08.2022, Бюл. № 23 Заявка № 2021135651, 03.12.2021
4. Устройство для рафинирования жидкого магниевого сплава продувкой / Окулов А.Б., Юдин В.А., Колтыгин А.В., Баженов В.Е., Никитина А.А., Белов В.Д. // Патент на изобретение 2745049 С1, 18.03.2021. Заявка № 2020126310 от 07.08.2020

Основные научно-технические показатели

- публикации в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus - 18;
 - публикации в журналах из списка РИНЦ – 33;
 - публикации в российских научных журналах из списка ВАК – 4;
 - объекты интеллектуальной собственности – 18;
 - монографии – 1;
 - конференции, в которых принимали участие сотрудники подразделения – 9.
1. VIII Международный технологический форум «Иновации. Технологии. Производство» (Ярославская область, г. Рыбинск, 16-17 мая 2022 г.);
2. Международная научно-техническая конференция «Инновационные технологии, оборудование и материалы заготовительных производств в машиностроении» (г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана, 24-26 мая 2022 г.);
3. XVI Международный съезд литейщиков (22-23 июня 2022 г., г. Москва, ЦВК «Экспоцентр»);
4. Всероссийский научно-технический форум по двигателям и энергетическим установкам имени Н.Д. Кузнецова, посвященный 110-летию ПАО «ОДК-КУЗНЕЦОВ» (05-07 октября 2022 года, Самара);
5. IX Международная конференция с элементами научной школы для молодежи «Функциональные
- наноматериалы и высокочистые вещества» (3-7 октября 2022 г. Сузdalь);
6. Симпозиум «Технологии производства двигателей. Цифровые методы разработки и совершенствования технологий» (27 октября 2022 г., г. Москва);
7. Научно-технический семинар «Бернштейновские чтения по термомеханической обработке металлических материалов» (25-27 октября 2022 г., НИТУ МИСИС);
8. XXV Всероссийская научно-практическая конференция и смотр-конкурс творческих работ студентов, магистров и аспирантов по направлению «Технология художественной обработки материалов» (24-29 октября 2022 г., г. Санкт-Петербург, СПбГУПТД);
9. Международная научно-практическая конференция «Прогрессивные литейные технологии» (Москва, 9-11 ноября 2022 г.).
- аттестованные методики – 2;
 - единицы уникального оборудования – 6, в том числе 4 единицы оборудования лаборатории точного литья по выплавляемым моделям
 - премии и награды за научно-инновационные достижения – 1 (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).

Уникальное оборудование

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

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

Рисунок В предназначен для удаления модельной массы из полости формы. Котел содержит бак с водой, в которой происходит удаление модельной массы. Нагрев происходит за счет «пароводяной рубашки» корпус выполнен полностью из нержавеющей стали.

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

Рисунок Д предназначен для приготовления керамической супспензии. Охлаждаемая лопасть предназначена для охлаждения супспензии и для поддержания стабильной температуры.



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



Рисунок Б – Песчано-полимерный трехмерный принтер SP500



Рисунок В – Котел КПЭМ-60/9Т



Рисунок Г – Инжектор DVWI-14,0 л



Рисунок Д – Смесители для приготовления
огнеупорной суспензии MZJ60 с охлаждаемой
лопастью

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: 2 чел.
- Кандидатов наук: 20 чел.
- Аспирантов: 9 чел.
- Инженерно-технических работников: 7 чел.

Наиболее крупные проекты

- Грант РНФ по теме «Неоднородные структурные состояния в сплавах на основе железа с магнитомеханическим взаимодействием: корреляция физических и инженерных свойств»;
- Грант РНФ по теме «Исследование закономерностей структурообразования и разработка новых высокотехнологичных сплавов на основе системы Al-Zn-Mg-Cu с редкоземельными металлами»;
- Грант РНФ по теме «Исследование закономерностей формирования структуры и разработка новых высокотехнологичных сплавов на основе систем Al-Cu-Y и Al-Cu-Er»;
- Проект «Исследование и разработка новых материалов на основе алюминия с высоким уровнем эксплуатационных характеристик» в рамках Программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030».

Важнейшие научно-технические достижения подразделения

- Разработаны составы и режимы термической обработки новых жаропрочных и высокотехнологичных алюминиевых сплавов на основе систем Al-Cu-Yb и Al-Cu-Gd с хорошим уровнем литейных свойств, высоким уровнем прочности при комнатной и повышенных температурах, особенно предела текучести при растяжении при температурах 200-250 °C и длительной прочности

53 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 г.

- при 250°C. Показано, что малые добавки иттрия, иттербия или гадолиния совместно с цирконием существенно повышают прочностные свойства силуминов при повышенных температурах за счет образования дисперсных фаз при кристаллизации и дисперсоидов при гомогенизации;
- Установлено, что малая добавка алюминия (около 1 %) в латунь позволяют снизить остаточную пористость и улучшить сверхпластические свойства. Зернам α -фазы присуща низкая внутризеренная деформация и ограниченная дислокационная активность для сплавов двойной латуни и с добавкой алюминия. В основном деформация локализуется в β -фазе, где основную роль играют вклады зернограничного скольжения и внутризеренного дислокационного скольжения. Деформация сопровождается протеканием динамической рекристаллизации, в результате чего формируются зерна β -фазы ~300–800 нм для двойной латуни против ~100–400 нм для алюминий-содержащей латуни, что в результате улучшает свойства сплава;
 - Определено, что небольшая добавка Zn незначительно влияет на эволюцию зеренной структуры при сверхпластической деформации, но снижает напряжение и увеличивает чувствительность к скорости деформации, увеличивая максимальное удлинение до разрушения с 350 % до 450 %. Легирование Zn увеличивает вклад зернограничного скольжения в общую деформацию с 10 до 25–30–50 % при температуре 540 °C и постоянной скорости деформации 0.001 1/c, то есть стимулирует скольжение по границам зерен при сверхпластической деформации, что значительно улучшает сверхпластические свойства сплава на основе Al-Mg;
 - Проанализировано влияние времени помола и наличия 2 – 5 об % частиц Al_2O_3 на размер гранул, микроструктуру, фазовый состав, изменение параметра решетки и твердости при высокоэнергетической обработке в шаровой планетарной мельнице сплава Al-15,3%Mn-6,2%Cu. Обработка в течение 5-20 часов снижает средний размер гранул от 53 мкм до 38 мкм и приводит к значительному упрочняющему эффекту. Добавление частиц 2-5% Al_2O_3 уменьшает средний размер гранул с 65 мкм до 10 мкм и увеличивает максимальные значения микротвердости. При размоле в течение 5 ч обеспечивается растворение Cu-содержащих неравновесных $CuAl_2$ и равновесных фаз $Al_{20}Cu_2Mn_3$. Максимальная растворимость Mn в твердом растворе алюминия оценивается в 4,4 мас. % с учетом присутствия 6,2 мас. % Cu. При дальнейшем увеличении времени помола до 7 – 20 ч наблюдается распад пересыщенного твердого раствора на основе Al и выделение Al_6Mn ;
 - Исследовано влияние легирования Fe и Ni (0,5 – 2 масс. %) на эволюцию микроструктуры, показатели сверхпластичности, а также на механические свойства сплава Ti-4Al-3Mo-1V-0.1B. Показано, что легирование Fe и Ni увеличивает однородность зеренной структуры и способствует рекристаллизации и сфероидизации фаз в процессе горячей деформации, что обеспечивает требуемую мелкозернистую структуру с большой долей высокоглавых границ перед началом сверхпластической деформации. Также, с увеличением концентрации легирующих элементов повышается доля высокодиффузионной и пластичной β -фазы при более низких температурах. По причине высокой диффузионной способности, добавки Fe и Ni ускоряют рост зерен в процессе сверхпластической деформации в исследуемом температурном интервале. Несмотря на это, увеличение содержание β -стабилизаторов значительно улучшило сверхпластичность базового сплава Ti-4Al-3Mo-1V-0.1B. Как показал анализ механических свойств исследуемых сплавов после сверхпластической деформации при температуре 775 °C увеличение содержания в сплавах как Fe, так и Ni приводит к росту предела текучести и предела прочности, и незначительному снижению пластичности. В результате исследования было показано, что легирование сплава 0,5 масс. %Fe и 0,9 масс. %Ni обеспечивает высокие относительные удлинения от 500 до 1000 % при пониженных температурах сверхпластической деформации (625–775 °C) в комплексе с повышенными механическими характеристиками при комнатной температуре;
 - Совместно с итальянскими коллегами в период 27.06-01.07.2022 в Риме (Италия) организована и проведена международная конференция «19th International Conference on Internal Friction and Mechanical Spectroscopy» (председатель – проф. Головин И.С., секретарь международного комитета – Палачева В.В.). По материалам конференции в журнале Journal of Alloys and Compounds вышел спецвыпуск, в который вошли 64 статьи авторов из 22 стран;
 - На основании комплексного исследования структур широкого круга сплавов на основе системы Fe-Ga и режимов длительного отжига были экспериментально построены TTT (temperature-time-transition) диаграммы для серии сплавов. Построенные диаграммы позволяют выбирать режимы термической обработки для получения тех или иных свойств. В результате проведенного комплексного исследования с использованием длительных выдержек (до 75 дней) при температурах от 300 до 575 °C и сплавов с содержанием Ga от 15 до 45 ат. % построена равновесная фазовая диаграмма Fe-Ga. Полученная диаграмма в значительной степени уточняет структуры и области их существования;

- ния на диаграмме Fe-Ga в низкотемпературной (до 600 °C) области;
- Легирование сплавов Fe-(25-28)Ga с РЗМ (РЗМ = Tb, Er, Yb, Pr и Sm) оказывает замедляющее влияние на фазовый переход от D0₃ к L1₂. Эффект легирования РЗМ становится выраженным от концентрации 0,2% РЗМ и возрастает с увеличением содержания РЗМ до 0,5-0,6%. Причиной этого эффекта является конкурентное зарождение фазы L1₂ при нагреве и обогащение границ фазой с высоким (до 10%) содержанием РЗМ;
 - Разработаны новые аморфные магнитомягкие сплавы системы Fe-Co-B-Si с предельным

содержанием металлов в составе. Индукция насыщения разработанных сплавов составляет 1,75 - 2 Тл, коэрцитивная сила 6-11 А/м, магнитная проницаемость сплавов находится на уровне 25000 при частотах до 40 кГц. Особенностью материала являются высокая технологическая пластичность, сохраняющаяся после термической обработки, что не характерно для промышленных аморфных сплавов, и обеспечивается низким содержанием металлоидов в составе. Разработанные сплавы обладают малым снижением индукции насыщения при повышении температуры (0,7 мТ/К), и способны длительно работать при температурах до 423К, что делает их перспективными для высокотемпературного применения.

Подготовка специалистов высшей квалификации

В 2022 году на кафедре были подготовлены к защите и успешно защищены 4 диссертации на соискание ученой степени кандидата наук:

- Фирсова А.Г. Эволюция структуры и механических свойств при термомеханической обработке аморфных сплавов с разной стеклообразующей способностью.
- Спасенко А.А. Структура и свойства сплавов на основе титана и алюминия, полученных методом холодного газодинамического напыления.

- Халил Асмаа Мостафа Рабие. Исследование структуры и свойств сплавов на основе алюминия после процесса лазерного плавления.
- Эсмаили Гайумабади Маджид. Формирование микрозернистой структуры и сверхпластичного состояния в сплавах системы Al-Mg-Si, легированных переходными металлами.

Основные публикации

- D.A. Milkova, E.N. Zanaeva, 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 V. 896, 2022, 163085. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.163085>;
- E.B. Moustafa, A.V. Mikhaylovskaya, M.A. Taha, A.O. Mosleh. Improvement of the microstructure and mechanical properties by hybridizing the surface of AA7075 by hexagonal boron nitride with carbide particles using the FSP process // Journal of Materials Research and Technology, 17, 2022. pp. 1986-1999. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2022.01.150>;
- A.V. Mikhaylovskaya, O.A. Yakovtseva, A.G. Mochugovskiy, J. J. Cifre, I.S. Golovin. Influence of minor Zn additions on grain boundary anelasticity, grain boundary sliding, and superplasticity of Al-Mg-based alloys // Journal of Alloys and Compounds, V. 926, 2022, № 166785. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2022.166785>;
- A.V. Mikhaylovskaya, O.A. Yakovtseva, N.Y. Tabachkova, T.G. Langdon. Formation of ultrafine grains and twins in the β -phase during superplastic deformation of two-phase brasses // Scripta Materialia, V. 218, 2022, 114804. <https://doi.org/10.1016/j.scriptamat.2022.114804>;
- A.D. Kotov, M.N. Postnikova, A.O. Mosleh, A.V. Mikhaylovskaya. Influence of Fe on the microstructure, superplasticity and room-temperature mechanical properties of Ti-4Al-3Mo-1V-0.1B alloy // Materials Science and Engineering A, V. 845, 2022, 143245. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2022.143245>;
- A.D. Kotov, A.G. Mochugovskiy, A.O. Mosleh, A.A. Kishchik, O.V. Rofman, A.V. Mikhaylovskaya. Microstructure, superplasticity, and mechanical properties of Al-Mg-Er-Zr alloys // Materials Characterization, V. 186, 2022, 111825. <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2022.111825>;
- T.N. Vershinina, N.Yu. Samoylova, S.V. Sumnikov, A.M. Balagurov, V.V. Palacheva, I.S. Golovin. Comparative study of structures and phase

- transitions in Fe-(31-35)Ga alloys by in situ neutron diffraction // Journal of Alloys and Compounds, V. 934, 2023, 167967. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2022.167967>;
8. A.M. Balagurov, S.V. Sumnikov, J. Cifre, V.V. Palacheva, D.G. Chubov, I.S. Golovin. In situ study of order-disorder transitions and anelasticity in Fe-26Al alloy // Journal of Alloys and Compounds, V. 932, 2023, 167663. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2022.167663>;
9. A.M. Balagurov, I.A. Bobrikov, S.V. Sumnikov, I.S. Golovin. Coherent cluster ordering in Fe-xAl and Fe-xGa alloys // Journal of Alloys and Compounds V.895, 2022, 162540. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.162540>;
10. L.E. Gorlov, I.S. Loginova, M.V. Glavatskikh, R.Yu. Barkov, A.V. Pozdniakov. Novel precipitation strengthened Al-Y-Sc-Er alloy with high mechanical properties, ductility and electrical conductivity produced by different thermomechanical treatments // Journal of Alloys and Compounds, V. 918, 2022, 165748. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2022.165748>.

Основные научно-технические показатели

- монографии, учебники и учебные пособия - 2;
- публикаций в российских научных журналах из списка ВАК - 11;
- в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus - 66;
- объектов интеллектуальной собственности, аттестованных методик -2;
- выставок, на которых были представлены экспонаты или стенды научных разработок с участием сотрудников подразделения - 2;
- конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения - 10;
- защищенных кандидатских и докторских диссертаций - 4.

Контактная информация

Солонин Алексей Николаевич, заведующий кафедрой

+7 (499) 236-31-29.

solonin@misis.ru

119049, Москва, улица Крымский Вал, д. 3, К-300



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

Основные научные направления деятельности кафедры

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

Кадровый потенциал кафедры

Докторов наук: 11 чел., кандидатов наук: 20 чел., научных сотрудников: 7 чел., аспирантов: 43 чел., инженерно-технических работников: 31 чел.

172,3 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 г.

Наиболее крупные проекты

- 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.;
- Обоснование структуры высокопрочных и термостойких деформируемых алюминиевых сплавов, не требующих гомогенизации и закалки. Объем финансирования 17 млн. руб.;
- Наноструктурные сверхупругие сплавы Ti-Zr-Nb для костных имплантатов с повышенной;
- биосовместимостью, достигаемой плазменно-электролитическим оксидированием поверхности. Объем финансирования 18 млн. руб.;
- Создание научных принципов многокомпонентного легирования заэвтектических кальций-содержащих алюминиевых сплавов с особыми физико-механическими свойствами. Объем финансирования 16,5 млн. руб.;

- 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. Объем финансирования 18 млн. руб.

Важнейшие научно-технические достижения кафедры

1) Разработаны и опробованы в лабораторных условиях варианты и параметры термообработки трубных сталей 09Г2С, 20А для достижения характеристик классов прочности К48–К52 в хладостойком и коррозионностойком исполнении соответственно, а также стали 36ХГ2С – класса прочности Н80 применительно к условиям ТПА-140 ИТПЗ. Исследование микроструктуры и механических свойств сталей показало, что полученные характеристики соответствуют заданным требованиям.

2) В рамках 7 проектов РНФ обоснованы составы перспективных алюминиевых сплавов и технологии получения из них деформируемых полуфабрикатов, в том числе из вторичного сырья. 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 микродобавкой олова.

3) На базе НПЦ «Теплый стан» на Министане 14-40 проведено исследование винтовой прокатки, протекающей под воздействием внутриочагового осевого растяжения. В результате экспериментального исследования выяснена возможность применения такого способа винтовой прокатки, при этом существенно снижается овальность раската в очаге деформации, а также затрачиваемая удельная мощность на 20%-30%. В ходе проведения исследова-

ний предложены новые способы оценки овальности заготовки и геометрии очага деформации.

4) На базе исследований японской фирмы НАКАТА и разработок АО «ВМЗ» разработан и подготовлен новый способ производства сварных прямошовных труб малого и среднего сортамента в линиях непрерывных ТЭСА с применением знакопеременной формовки. В настоящее время для ТЭСА 10-60 выполнены расчеты технологического валкового инструмента и подготовлен физический эксперимент по экспериментальной формовке на участке открытых клетей.

5) Проведены испытания сплава медицинского назначения Co – 28Cr – 6Mo на одноосное сжатие. Получены кривые сопротивления деформации, описывающие деформационное поведение сплава. Выполнены расчеты параметров горячей деформации, которые могут быть использованы для точных расчетов напряжения течения при заданных параметрах температуры и скорости деформации, или для моделирования процесса деформации. На основе карт пластичности выполнена разработка деформационно-скоростных режимов горячей деформации сплава Co – 28Cr – 6Mo, что позволит в дальнейшем выбрать оптимальные режимы прокатки.

6) Разработаны новые технические решения и рекомендации по увеличению рабочего слоя валков до оптимального уровня с целью увеличения кампании рабочих и опорных валков НШПС 2000 и ТЛС 2800 ПАО «СЕВЕРСТАЛЬ».

Подготовка специалистов высшей квалификации

В 2022 году 7 аспирантов защитили НКР и получили диплом преподавателя исследователя, 4 аспирантов защитили кандидатские диссертации.

Основные публикации

1. Nitrogen steels and high-nitrogen steels: industrial technologies and properties / Svyazhin A., Kaputkina L., Smarygina I., Kaputkin D. // Steel Research International, 2022, Volume 93 (9), 2200160.
2. T.K. Akopyan, N.A. Belov, N.V. Letyagin, F.O. Milovich, A.A. Lukyanchuk, A.S. Fortuna. Influence of indium trace addition on the microstructure and precipitation hardening response in Al–Si–Cu casting aluminum alloy, Materials Science and Engineering A, 2022, 831, 142329. Q1
3. N.A. Belov, E.A. Naumova, V.V. Doroshenko, N.O. Korotkova, N.N. Avxentieva. Determination of the peritectic reaction parameters in the Al–Ca–Mn system in the region rich in aluminum. The Physics of Metals and Metallography, 2022, Vol.123, No. 8, pp. 759–767
4. T. K. Akopyan, N.A. Belov, A. A. Lukyanchuk, N.V. Letyagin, F.O. Milovich, A.S. Fortuna. Structure Evolution and Hardening at Aging of the A319 Type Aluminum Alloy with Sn Trace Addition. Journal of Alloys and Compounds, 2022, Vol. 921, 166109 Q1

5. S.O. Rogachev, E.A. Naumova, M.A. Vasina, N.Yu. Tabachkova, N.V. Andreev, A.A. Komissarov. Anomalous hardening of Al-8%Ca eutectic alloy due to a non-equilibrium phase state transition under laser irradiation. *Materials Letters* 317 (2022) 132129
6. Н.А. Белов, К.А. Цыденов, Н.В. Летягин, С.О. Черкасов. Структура и механические свойства горячекатанных листов сплава Al-2%Cu-2%Mn-0,4%Si-0,2%Zr, подвергнутых сварке трением с перемешиванием, Цветные металлы, 2022, № 5, С. 68-74
7. Гамин Ю.В., Коротицкий А.В., Кин Т.Ю., Галкин С.П., Костин С.А., Тихомиров Е.О. Разработка температурно-скоростных режимов горячей деформации сплава Co – 28Cr – 6Mo на основе карт пластичности. *Известия высших учебных заведений. Черная Металлургия*. 2022;65(11):786-797. <https://doi.org/10.17073/0368-0797-2022-11-786-797>
8. Zh. Ya. Rotenberg, A. S. Budnikov. Modernization of Helical Rolling Technology in a Multi-Roll Mill. *Steel in Translation*, 2022, Vol. 52, No. 1, pp. 11–16.
9. <https://link.springer.com/article/10.3103/S096709122201020X>

Основные научно-технические показатели

- в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 81;
- объектов интеллектуальной собственности, аттестованных методик – 5;
- конференций, конкурсов в которых принимали участие сотрудники подразделения – 6;
- защищенных кандидатских и докторских диссертаций – 4 (кtn).

Награды и премии

- Бычкова А.В., Косьмин И.В. (магистры), Игнатов Д.А., Фионов С.С. (бакалавры) – Именная стипендия имени Е.Ф. Вегмана;
- Коллектив каф. ОМД Белов Н.А., Короткова Н.О., Акопян Т.К., Мурашкин М.Ю., Наумова Е.А., Черкасов С.О. за разработку нового способа получения термостойкой проволоки из алюминиево-кальциевого сплава награжден серебряной медалью международной выставки «Металл-Экспо 2022».
- студенты Карелин Р.Н., Черкасов В.В., Комаров В.С., награждены дипломом лауреата конкурса «Молодые ученые» в рамках «Металл-Экспо 2022» за научно-исследовательскую работу «Повышение свойств медицинского сплава с памятью формы Ti-Ni методом квазинепрерывного РКУП»
- Белов Н.А. – Почетная грамота Алюминиевой Ассоциации «За большой вклад в развитие алюминиевой промышленности, многолетний труд и в связи с 90-летием алюминиевой отрасли в России» (приказ от 01.07.2022 г. № 273-АА Москва)
- Конкурс грантов им. Петра Капицы для поддержки научно-исследовательских работ постдоков (Приоритет 2030 Московский Политех). Победителями стали Т.К. Акопян, Н.В. Летягин, В.В. Дорошенко, А.Н. Кошмин.
- Победителями в конкурсе РНФ «Молодые ученые» стали Н.О. Короткова и Н.В. Летягин.

Контактная информация

Алещенко Александр Сергеевич, заведующий кафедрой

+7 (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 РАЕН и международной академии керамики (World Academy of Ceramics, WAC)

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

Основные научные направления деятельности кафедры

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

Кадровый потенциал кафедры

На кафедре работают: 7 профессоров, 7 доцентов, 2 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 РАЕН, 3 академика Международной академии керамики (WAC), 7 докторов и 10 кандидатов наук. На кафедре обучается 14 аспирантов.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ

Выполнялось 9 научных проектов, включая 4 проекта РНФ, 2 РФФИ, хоздоговоры с АО «Композит», ПАО «Русполимет» на общую сумму 38,779 млн. рублей. В их числе:

- Проект № 19-19-00117 РНФ «Перспективные функциональные композиционные материалы и покрытия для высокотемпературных областей применения», 7 млн. руб.
- Проект № 22-79-10144 РНФ «Разработка высокоэнтропийных связок для нового поколения

алмазного режущего инструмента с повышенными эксплуатационными характеристиками за счет комплексного модифицирования и реализации механизмов дисперсного и дисперсионного упрочнения», 6 млн. руб.

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

Основные научно-технические достижения

1. Изучен процесс химической конверсии силицидно-карбидного продукта состава $TaSi_2$ - TaC - SiC в карбидный композит TaC - SiC при спекании с исчезающей жидкой фазой в условиях горячего прессования с добавкой углерода. Показано влияние концентрации углерода в составе реакционной смеси Ta - Si - C - C_2F_4 на степень химической конверсии в волне горения и на физико-механические и теплофизические свойства керамики.
2. Исследованы состав, структура, свойства (твердость, модуль упругости, величина упругого восстановления, трещиностойкость, адгезионная прочность, термическая стабильность, жаростойкость, оптические характеристики) магнетронных покрытий Mo - Si - B - (Zr,Hf) - Y , полученных с использованием СВС мишней в режиме постоянного тока (DCMS) и высокомощном импульсном режиме (HIPIMS).
3. Исследованы процессы структурообразования при механическом легировании порошковых смесей Fe - Co - Ni - Cr и Fe - Co - Ni - Cr - Cu . Определены предел растворимости меди в ГЦК твердом растворе сплавов Fe - Co - Ni - Cr - Cu и прочностные характеристики сплавов Fe - Co - Ni - Cr - Cu_x при изгибе и растяжении. Проведена оценка адгезии связок на основе высокоэнтропийных сплавов к алмазному монокристаллу.
4. Методом СВС в сочетании с горячим прессованием получены керамики на основе МАВ-фаз $MoAlB$ и Fe_2AlB_2 . Изучено влияние W и Si на фазовый состав и структуру образцов. Исследован состав, структура и измерены следующие свойства: плотность, твердость, прочность, трещиностойкость, модуль упругости, жаростойкость, теплофизические характеристики компактных керамических образцов. Методами динамической дифрактографии и закалки фронта горения изучена стадийность фазо- и структурообразования в волне горения при элементном синтезе керамики состава $Fe2AlB2$.
5. Проведены исследования механических свойств, механизмов деформации и разрушения иерархических твердых сплавов методом индентирования. Изучены кинетика и механизм роста зерен карбида вольфрама при спекании особомелкозернистых твердых сплавов с различными ингибиторами роста зерна методами просвечивающей электронной микроскопии.
6. Установлены режимы овализации порошков из сплавов ЭП741НП, Inconel 718 и ЭП648, полученных по технологии газовой атомизации, обеспечивающие удаление дефектов поверхности типа «сателлиты» и существенный прирост текучести для применений в аддитивных технологиях.

Подготовка специалистов высшей квалификации

Доцентом Кирюханцевым-Корнеевым Ф.В. защищена докторская диссертация по специальности 2.6.5 – «порошковая металлургия и композиционные материалы». Тема работы: «Получение многофункциональных ионно-плазменных покрытий с использованием СВС-композиционных материалов».

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

1. Корте Шахти Таня (Швейцария), тема «Получение композиционных материалов на основе алюминия с добавками микро- и наночастиц гексагонального нитрида бора». Научный руководитель – д.ф.-м.н., проф. Штанский Д.В.
2. Абеди Мохаммад (Иран), тема «Высокоскоростное искровое плазменное спекание порошков на основе систем Cu - Cr , Ni - Al и Al_2O_3 - SiC ». Научный руководитель – д.ф.-м.н., проф. Мукасъян А.С.

3. Басков Ф.А., тема «Разработка технологии селективного лазерного сплавления сложнопрофильных изделий из жаропрочных никелевых сплавов с интерметаллидным упрочнением». Научный руководитель – д.т.н., проф. Левашов А.С.
4. Суворова В.С., тема «Получение тугоплавких керамик на основе карбонитрида гафния методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза». Научный руководитель – к.т.н., с.н.с. Непапушев А.А.
5. Котякова К.Ю., тема «Разработка гибридных наноматериалов на основе гексагонального нитрида бора с высокой бактерицидной и фуницидной активностью». Научный руководитель – д.ф.-м.н., проф. Штанский Д.В.
6. Волков И.Н., тема «Разработка перспективных катализаторов на основе гетерогенных наноструктур нитрида бора». Научный руководитель – д.ф.-м.н., проф. Штанский Д.В.

Основные публикации

- Potanin, A.Y., Bashkirov, E.A., Pogozhev, Y.S., Rupasov, S.I., Levashov, E.A. Synthesis, structure and properties of MAB phase MoAlB ceramics produced by combination of SHS and HP techniques // Journal of the European Ceramic Society, 42 (14) (2022) 6379-6390, <https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2022.07038> (Q1)
- Kiryukhantsev-Korneev, P.V., Sytchenko, A.D., Sviridova, T.A., Sidorenko, D.A., Andreev, N.V., Klechkovskaya, V.V., Polčak, J., Levashov, E.A. Effects of doping with Zr and Hf on the structure and properties of Mo-Si-B coatings obtained by magnetron sputtering of composite targets // Surface and Coatings Technology, 442 (2022) 128141, <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2022.128141> (Q1)
- Müller, D., Konyashin, I., Farag, S., Ries, B., Zaitsev, A.A., Loginov, P.A. WC coarsening in cemented carbides during sintering. Part I: The influence of WC grain size and grain size distribution // International Journal of Refractory Metals and Hard Materials, 102 (2022) 105714, <https://doi.org/10.1016/j.ijrmhm.2021.105714> (Q1)
- Zaitsev, A.A., Sidorenko, D., Konyashin, I. Grain boundaries in WC-Co hardmetals with faceted and rounded WC grains // Materials Letters, 306 (2022) 130941, <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2021.130941> (Q1)
- Loginov, P.A., Markov, G.M., Shvyndina, N.V., Smirnov, G.V., Levashov, E.A. Oxidation Resistance of γ -TiAl Based Alloys Modified by C, Si and Y_2O_3 Microdopants // Ceramics, 5 (3) (2022) 389-403, <https://doi.org/10.3390/ceramics5030030> (Q2)
- Kiryukhantsev-Korneev, P.V., Sytchenko, A.D., Kozlova, N.S., Zabelina, E.V., Skryleva, E.A., Kaplansky, Y.Y., Vakhrushev, R.A., Levashov, E.A. Structure and properties of protective amorphous Zr-B-N coating // Surface and Coatings Technology, 448, (2022) 128849, <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2022.128849> (Q1)
- Loginov, P.A., Zaitsev, A.A., Sidorenko, D.A., Levashov, E.A. Effect of self-assembling WC film upon diamond on adhesion strength with Fe-Co-Ni binder: In situ TEM tensile tests // Scripta Materialia, 208 (2022) 114331, <https://doi.org/10.1016/j.scriptamat.2021.114331> (Q1)
- Abedi, M., Asadi, A., Sovizi, S., Moskovskikh, D., Vorotilo, S., Mukasyan, A. Influence of pulsed direct current on the growth rate of intermetallic phases in the Ni-Al system during reactive spark plasma sintering // Scripta Materialia, 216 (2022) 114759. <https://doi.org/10.1016/j.scriptamat.2022.114759> (Q1)

Основные научно-технические показатели

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

Награды

В 2022 г. аспиранты кафедры Данил Барилюк, Кристина Гудзь (Котякова) и Георгий Марков стали победителями конкурса на получение грантов по

программе «УМНИК» Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере.

Контактная информация

Левашов Евгений Александрович, заведующий кафедрой

+7 (495) 638-45-00

levashov.ea@misis.ru



КАФЕДРА СЕРТИФИКАЦИИ И АНАЛИТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ



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

Основные научные направления деятельности кафедры

Научно-исследовательская деятельность кафедры направлена на развитие современных методов аналитического контроля продуктов не-органической природы, на разработку инструментов, обеспечивающих адекватную оценку качества продуктов, процессов, объектов окружающей среды, а также межличностных отношений в коллективах.

Кадровый потенциал подразделения

- Докторов наук: 3 чел.;
- Кандидатов наук: 9 чел.;
- Аспирантов: 9 чел.;
- Инженерно-технических работников: 5 чел.;
- Магистрантов, задействованных в НИР: 3 чел.

Важнейшие научно-технические достижения подразделения

В 2022 году продолжены работы по оптимизации режима спаренных лазерных импульсов, включающий наносекундные и микросекундные импульсы, для элементного профилирования металлических образцов методом спектрометрии лазерно-индуцированной плазмы. Достигнута глубина элементного профилирования на глубину до 2 мм без какой-либо пробоподготовки. Исследованы возможности для экспрессного количественного определения следов тяжелых металлов в растительных и комбикормах кормах крупного рогатого скота методом спектрометрии лазерно-индуцированной плазмы с применением лазерных пучков различного размера.

Предложен подход для визуализации компонентов корма для крупнорогатого скота с помощью возбуждения флуоресценции фитолампой и регистрации флуоресцентных изображений цветной КМОП камерой с набором простых светофильтров.

В 2023 году будут продолжены работы по использованию метода спектрометрии лазерно-индуцированной плазмы для изучения распределения элементного состава в образцах различного происхождения.

Получили развитие потенциометрические методы аналитического контроля объектов металлургического производства, включая метрологическое обеспечение, а также способы подготовки пробы, разделения и концентрирования, гармонизированные с методом анализа.

Разработан подход для экспрессного многоэлементного анализа высокремнистого алюминий-

содержащего сырья на основе рентгенофлуоресцентного метода. Исследовано влияние этапа подготовки проб и выбора условий проведения анализа на получаемые результаты применительно к каолиновым глинам.

В рамках исследования титан-циркониевых россыпей Бешпагирского месторождения при проведении геологоразведочных работ был предложен подход на основе рентгенофлуоресцентного анализа в вариации метода фундаментальных параметров. Показано, что при использовании метода фундаментальных параметров показатели точности результатов определения титана и циркония в оксидной форме не уступают показателям, полученным по аттестованной методике.

В рамках развития методов статистического управления процессами показано, что на практике до сих пор вариабельность систем измерений не рассматривалась как часть общей вариабельности системы продукт-процесс. Это могло приводить к ошибочным выводам как о качестве продукции, так и качестве производственных процессов. Предложено использование оптимальных систем измерений для оценки качества продукции и производственных процессов, даны рекомендации по выбору подходящих индексов воспроизводимости процессов и правильной их интерпретации. Результаты исследований влияния вариабельности систем измерений на показатели качества производственных процессов легли в основу проекта национального стандарта Российской Федерации «Оценивание и мониторинг систем измерений».

Для Арктического региона Европейской территории России проведена верификация глобальных климатических моделей проекта CMIP6 с данными реанализа ERA5. Выявлена наиболее точная модель, на основе которой сделан прогноз приземной температуры для месяцев июль-сентябрь в условиях двух сценариев: высоких выбросов SSP8.5 и низких SSP2.6. Полученные результаты выявили, что в ближайшие 29 лет для этих месяцев прогнозируется повышение температуры на 2,7 градуса по сравнению с периодом 1986-2018 гг. Исследован отклик приростов сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. Печоро-Илычского заповедника на прогнозируемое потепление. Кроме того, выявлено значимое воздействие сумм осадков на параметры роста древостоев. Построена регрессионная модель, отражающая суммарный вклад указанных климатических факторов в формирование приростов сосны.

На основании регулярных марковских цепей исследован вопрос, как меняется время достижения консенсуса и его вариабельность в условиях появления в группе неформального руководителя (лидера) или формального руководителя, и какие факторы влияют на структуру консенсусного решения в каждом

случае. Выявлено, что наличие в группе лидера обеспечивает более взвешенное, учитывающее позиции других членов группы, решение. При наличии в группе формального руководителя консенсус достигается в среднем за меньшее число согласований (при прочих равных условиях), но консенсусное решение основывается только на мнении самого руководителя, т.е. качество решения является низким. Установлено, что вариабельность среднего числа согласований в группе больше для случая наличия в ней лидера по сравнению с наличием руководителя. Установлено, что авторитарность членов группы, как один из определяющих факторов, влияет на скорость достижения консенсуса в обоих случаях (наличие руководителя или лидера): чем выше средняя авторитарность группы, тем большее число согласований в среднем требуется для обеспечения консенсуса.

Сотрудниками кафедры (Я.В. Куминова, В.А. Филич-кина, М.Н. Филиппов, А.С. Козлов) зарегистрирован секрет производства (Ноу-Хай) «Способ рентгенофлуоресцентного определения основных и примесных элементов в высококремнистом сырье для производства металлургического глинозема», 13.12.2022.

Подготовка специалистов высшей квалификации

На кафедре обучаются 9 аспирантов по специальностям Аналитическая химия и Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

В 2022 году аспиранты, ныне преподаватели, кафедры защитили диссертации на соискание степени кандидата технических наук:

П.А. Сдвиженский – тема «Разработка метода непрерывного контроля химического состава композиционных покрытий в процессе коаксиальной лазерной наплавки», руководитель В.Н. Леднев,

специальность 05.16.06 «Порошковая металлургия и композиционные материалы», диссертационный совет ФГАОУ ВО НИТУ МИСИС, 02.03.2022;

В.Ю. Смелов – тема «Исследование воспроизводимости производственных процессов с учетом вариабельности систем измерений», руководитель В.Л. Шпер, специальность 2.5.22 Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства, диссертационный совет У2.3.22.01 ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 29.10.2022.

Основные публикации

1. Sdvizhenskii P. A., & Lednev V. N. Combined Nano- and Microsecond Laser Ablation for Elemental Depth Profiling of Metal Targets by Laser-Induced Breakdown Spectroscopy // Physics of Wave Phenomena. – 2022. – 30(1). – P. 37–43. DOI:10.3103/S1541308X22010095.
2. Муравьева И.В. Бебешко Г.И. Ионометрическое определение хлора и фтора в нефтегазоносных сточных водах // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2022. – Том 88. – № 7. – С. 8–14. DOI: <https://doi.org/10.26896/1028-6861-2022-88-7-8-14>.
3. С. А. Митрофанова, И.В.Муравьева. Выбор по комплексному показателю качества методики количественного химического анализа для определения хлорид-иона в бетонных и железобетонных конструкциях // Измерительная техника. – 2022. – № 8. – С. 68–74. DOI 10.32446/0368-1025it.2022-8-68-74.
4. С. А. Митрофанова, И.В. Муравьева Определение хлора в пылеобразных отходах при производстве ферроникеля: анализ и оценивание неопределенности - Известия высших учебных заведений // Черная металлургия. – 2022. –

- Т. 65. – № 9. – С. 629–636. DOI 10.17073/0368-0797-2022-9-629-636.
5. Kuminova, Y.V., Filichkina, V.A., Filippov, M.N., Kozlov, A.S. X-Ray fluorescent determination of titanium, zirconium and chromium in titanium-zirconium sands of the Beshpagirskoe deposit // Industrial Laboratory. Materials diagnostics. – 2022. – 88(11). – P. 22–26. DOI:10.26896/1028-6861-2022-88-II-22-26.
6. Куминова Я.В., Филичкина В.А., Филиппов М.Н., Козлов А.С. Рентгенофлуоресцентный анализ каолиновых глин – сырья для получения металлургического глинозема // Аналитика – 2022. – №6. <https://doi.org/10.22184/2227-572X.2022.12.6.396.403>.
7. Смелов В.Ю., Шпер В.Л., Хунузиди Е.И., Ахметова Е.А. и др. Оценка качества процессов различными методами и влияние на них вариабельности систем измерений // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2022. – Том 24. – № 6. – С. 65–76. DOI: 10.37313/1990-5378-2022-24-6-65-76.
8. Смелов В.Ю., Шпер В.Л. Шухарт и Тагути vs контроль допусков: два подхода к оценке качества // Стандарты и качество. – 2022. – №8. – С. 107–109. ID: <https://ria-stk.ru/stq/adetail.php?ID=212274>.
9. Зеленова, М.С., Гинзбург, В.А., Максимова, О.В., Трифонова-Яковлева, А.М. Обзор действующих и планируемых спутниковых систем мониторинга парниковых газов и возможности их применения для решения прикладных климатических задач // Экологический мониторинг и моделирование экосистем. – 2022. – Том XXXIII. – № 1-2. – С. 108–130, DOI:10.21513/0207-2564-2022-1-2-108-130.
10. Аронов И. З., Максимова О. В. Математическая модель консенсуса в социальной группе при наличии лидера и руководителя // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2022. – № 2(66). – С. 12–21. DOI:10.20537/2076-7633-2021-13-5-1067-1078.

Контактная информация**Филичкина Вера Александровна, заведующая кафедрой****+7 (495) 638-46-60, +7 (495) 955-00-02.****filichkina.va@misiss.ru****119049, Москва, Ленинский проспект, д. 6, стр. 7, ауд. АВ-301**

КАФЕДРА ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И ЗОЛОТА И ЦЕНТР ИНЖИНИРИНГА ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



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

Интеллектуальный ресурс страны – это основа развития высоко-технологичной и инновационной экономики, и она формируется не за один день. Инновационная экономика, к модели которой мы все сегодня стремимся, создает, прежде всего, интеллектуальный продукт, новые технологии и решения, и, что самое главное, имеет необходимую систему и структуру для их внедрения в производство отечественными компаниями.

Кафедра Цветных металлов и золота обладает огромным потенциалом для разработки и реализации технических решений 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 имеет большой опыт по внедрению новых технологий и организации производств, в том числе управление проектами в области металловедения, материаловедения, аналитического контроля, металлургии редких, благородных и радиоактивных металлов.

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

На базе центра инжиниринга промышленных технологий функционируют, следующие лаборатории:

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

Основные научные направления деятельности кафедры и центра

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

Кадровый потенциал

На кафедре работают:

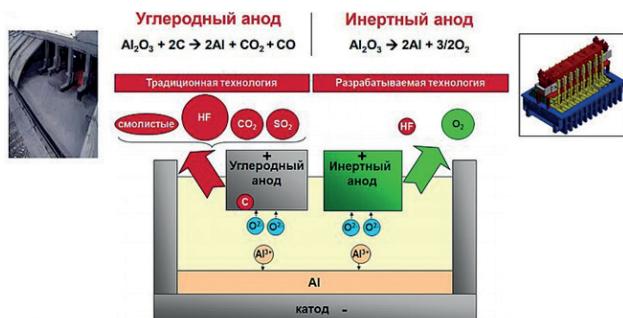
- 3 профессора;
- 8 доцентов;
- 3 старших преподавателя;
- 1 ассистент;
- 3 инженерный состав;
- 2 учебных мастера 1 кат.

В состав центра входят:

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

Наиболее крупные проекты и важнейшие научно-технические достижения совместной работы кафедры и центра

В настоящее время компанией ОК РУСАЛ впервые в мире разработана уникальная технология получения «зеленого» алюминия с применением инертного анода, и уже сейчас проводятся испытания на промышленных мощностях. Главной целью технологии является сокращение углеродного следа – менее 0,01 тонны эквивалента CO_2 на тонну алюминия. Применение инертного материала катода позволит производить столько же кислорода, как 70 гектаров леса всего на 1 электролизере.



Цель проекта:

Заменить технологию получения алюминия на расходуемых углеродных анодах на технологию с нерасходуемыми, инертными анодами

Тем не менее, при производстве алюминия по заявленной технологии в конечном продукте концентрируется повышенное содержание железа. Таким образом, возникает необходимость рафинирования. Классическим методом рафинирования является трехслойный метод.

Сотрудниками кафедры цветных металлов и золота НИТУ МИСИС был разработан принципиально новый способ электрорафинирования алюминия в вертикальном электролизере. Применение такого способа исключает необходимость использования меди в анодном сплаве, что существенно сокращает себестоимость конечного продукта; за счет градиента температур в ячейке примеси концентрируются интерметаллических соединениях в анодном пространстве. При этом, чистота получаемого алюминия соответствует марке A95-A995. Необходимо отметить, что разработанный способ рафинирования алюминия может быть применен и при переработке вторичного алюминия. Способ зарегистрирован в Депозитарии ноу-хау НИТУ МИСИС (№ 37-341-2022 ОИС от 27 декабря 2022 г.).

При реализации проекта «Разработка технологии получения магнитотвердых магнитных материалов и магнитных систем на их основе для нового поколения низкопольных магнитно-резонансных томографов» были разработаны:

- новая конструкция конструкции МС НМРТ;
- состав и технология получения МТМ на основе сплавов Nd-Fe-B с пониженным содержанием тяжелых РЗМ (Tb, Dy);

- технология рециклинга твердых отходов производства заготовок МТМ и ПМ с использованием принципиально новой установки магнитной сепарации;
- технология нанесения антикоррозионных покрытий на ПМ методом холодного газодинамического напыления;
- методика определения гистерезисных характеристик крупногабаритных заготовок МТМ и ПМ.

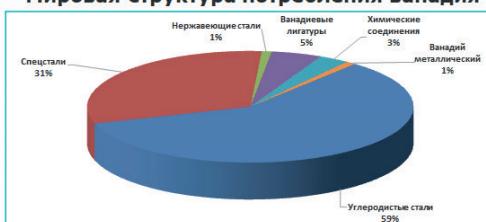


Разработанная конструкция магнитной системы для нового поколения НМРТ может быть использована в отечественных аппаратах, выпускаемых российскими производителями.

В ходе реализации «Создание импортозамещающего производства оксида ванадия высокой чистоты для глубокой переработки углеводородного сырья» разработана научноемкая промышленная технология производства оксида ванадия с содержанием основного вещества – оксида ванадия V_2O_5 не менее 98,0%, а также ванадиевых лигатур для титановых

102,5 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 г.

Мировая структура потребления ванадия**Основные потенциальные потребители планируемой продукции**

Оксид ванадия, оксид молибдена, оксид вольфрама		
АО «Уралпредмет»	ЗАО «Завод редких металлов»	ООО «РН- Драгмет»
АО «ТЕХМЕТАЛЛ-2002»	ОАО «Победит»	ПАО «НК «Роснефть»
АО «Самарский завод катализаторов»	ОАО «МЕТАЛЛУРГ»	Haldor Topsoe A/S
ОАО «Салаватнефтеоргсинтез»	ЗАО «ТЕХНОГЕН»	BASF
ОАО «Газпромнефть-ОНПЗ»	ООО «МОЛИДЭКС-М»	Umicore Specialty Powders France

Нефтепереработка**Производство катализаторов гидроочистки и гидрокрекинга нефтепродуктов****Производство титановых сплавов****Изготовление химических источников тока**

сплавов. В настоящее время проводится отработка технологических режимов технологических процессов получения оксидов ванадия, вольфрама и молибдена высокой чистоты на технологическом оборудовании АО «Компания «ВОЛЬФРАМ».

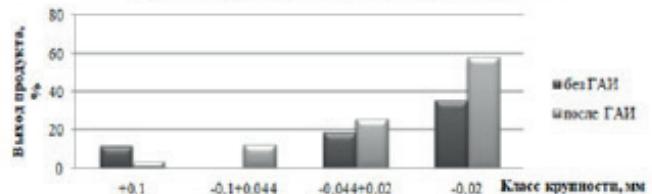
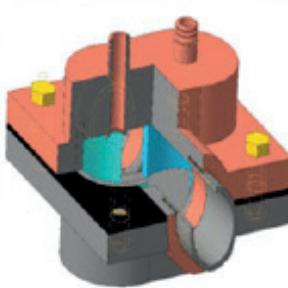
Разработанная технология позволит создать в Российской Федерации промышленное производство ванадий-фосфорных катализаторов синтеза малеинового ангидрида из попутного нефтяного газа исключительно на основе отечественного сырья для решения задач глубокой переработки углеводородного сырья.

Разработан «Способ получения магния из оксидных форм сырья», который позволит использовать в качестве сырья магнезита, доломита, карналлита и бишофита, запасы которого в Российской Федерации

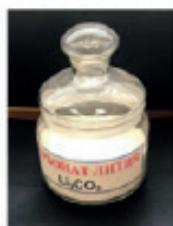
огромны. Только разведанные запасы магнезитов Удерейской группы Красноярского края составляют более 500 млн. тонн. Кроме этого этим способом можно перерабатывать отходы магниевого производства – шламов электролизеров, хлораторов и печей СКН, в которых содержание оксида магния составляет 25-30%. Техническим результатом предлагаемого способа является получение магния марки МГ-90 и МГ-95, отвечающего требованиям ГОСТ 804-93 Магний первичный в чушках. Технические условия. Отходящие газы при использовании данного способа состоят из CO и CO₂.

Разработан «Способ интенсификации процесса цианирования упорных золотосодержащих руд с применением гидроакустического воздействия», который позволит на стадии рудоподготовки, за счет последовательного измельчения в щелочной и щелоч-

РАЗРАБОТКА ИНТЕНСИФИКАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗОЛОТА В ПОЛЕ ГИДРОАКУСТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ



Товарные продукты, получаемые в результате переработки 1 кг алюминиевой фольги:



- карбонат лития (Li_2CO_3) – 211,3 г
- оксид никеля (NiO) – 226,4 г
- оксид кобальта (CoO) – 316,5 г
- оксид марганца (MnO) – 134,1 г

Товарные продукты, получаемые в результате пирометаллургической переработки 1 кг медной фольги:

- медный сплав – 600 г (состав, масс. доля, % Cu - 92,41, Fe - 2,88, Mn - 1,71, Zn - 0,705, P - 0,613, Ni - 0,536, Sn - 0,332, Pb - 0,251, K - 0,115, Al - 0,109, Cl - 0,084, Si - 0,071, S - 0,07, Ca - 0,043)
- углерод – 180 г



Товарные продукты, получаемые в результате гидрометаллургической переработки 1 кг медной фольги:

- медный купорос (CuSO_4) марка А, сорт I (ГОСТ 19347-2014) – 2350 г

Цена получаемых товарных продуктов (по состоянию на 1.04.2022 г.):

- карбонат лития (Li_2CO_3) – 1200 руб/кг
- оксид никеля (NiO) – 1500 руб/кг
- оксид кобальта (CoO) – 5000 руб/кг
- оксид марганца (MnO) – 984 руб/кг
- медный сплав - 470 руб/кг
- медный купорос (CuSO_4) - 105 000 руб/тонна

но-циансодержащей оборотной воде, предварительно насыщенной кислородом при гидроакустической обработке, увеличить степень извлечения золота на 15 % и снизить продолжительность процесса цианирования с 72 до 12 часов, а так же снизить выбросы синильной кислоты в атмосферу.

Разработана проектная и рабочая документация по разработке технологий глубокой переработки ХИТ по следующим направлениям:

Переработка литий-ионных ХИТ, включающая следующие переделы:

- первичная подготовка исходного сырья;
- разделение «анодного» и «катодного» материала;
- переработка «анодного» материала с получением слитков медного сплава;
- переработка «катодного» материала с получением литийсодержащих продуктов.

Переработка никель-железных аккумуляторов, включающая следующие переделы:

- первичная подготовка исходного сырья;
- отделение пластин с сортировкой (полимерные сепараторы собираются отдельно);

- переплавка пластин вместе со стальными корпусами с получением стальных слитков;
- переплавка пластин без сепараторов с электродуговой печи получением слитков ферроникеля (содержание никеля 36-45%);
- переплавка полученных слитков в электрошлаковой печи с получением особо чистых никель-железных сплавов.

Разработан способ получения радиационно-защитного материала на основе алюминиевой матрицы, армированной бор- и вольфрам содержащими порошками, исследованы свойства полученного композиционного материала на соответствие требованиям к данному типу материалов, применена предварительная механоактивация для создания условий к саморазогреву смеси порошков с целью получения монолитного материала без дополнительного нагрева.

Разработан способ получения и исследование физико-механических свойств высокоплотного композиционного материала на основе системы W-Pb методом принудительной пропитки; исследовано влияние предварительной механоактивации порошка вольфрама на свойства полученного композиционного материала.

Подготовка специалистов высшей квалификации

2022 году Васильевой Елене Сергеевне была присуждена ученая степень кандидата технических наук по специальности 2.6.2. – «Металлургия черных, цветных и редких металлов», а также подготовлены 3 диссертационные работы к защите аспирантов: Володина П.А., Калабский И.С. под руководством

к.т.н. Божко Г.Г., Бербенев А.О. под руководством к.т.н. Имидиева В.А., и получили положительное заключение о готовности работ к защите в диссертационном совете.

Все диссертации планируются к защите в диссертационном совете НИТУ МИСИС на 2023 г.

Основные публикации

1. Simulation of a Gradient System for a Helium-Free Magnetic Resonance Imager / Bagdinova, A.N., Rybakov, A.S., Demikhov, E.I., Tarasov V.P., Shumm, B.A. Dmitriev, D.S.// Instruments and Experimental Techniques this link is disabled, 2022, 65(1), pp. 113–122;
2. Review of modern scientific developments in the field of molybdenum recovery from spent catalysts / Tarasov, V.P., Gorelikov, E.S., Zykova, A.V., Petrunin, K.O. // Non-ferrous Metalsthis link is disabled, 2022, 52(1), pp. 27–31;
3. INFLUENCE OF THE GENESIS OF NEODYMIUM COBALTITE ON ITS PROPERTIES / Bogatyreva, E.V., Nesterov, N.V., Ermilov, A.G., Mamzurina, O.I., Lopatin, V. // Nanoscience and Technologythis link is disabled, 2022, 13(2), pp. 73–91;
4. Extraction of Lithium from Petalite Ore by Chloride Sublimation Roasting / Komelin, I.M. // Russian Journal of Non-Ferrous Metalsthis link is disabled, 2022, 63(2), pp. 121–131.
5. Gudoshnikov S, Danilov G.; Gorelikov E; Grebenschchikov, Yu.; Odintsov V.; Venediktov S., "Scanning magnetometer based on magnetoimpedance sensor for measuring a remnant magnetization of printed toners", Measurement: Journal of the International Measurement Confederation, 2022, 204, 112045, DOI: 10.1016/j.measurement.2022.112045; (Q1; Impact factor 5.131)
6. Kozlov, Ilya V.; Elmanov, Gennady N.; Irmagambetova, Saule M.; Prikhodko, Kirill E.; Svetogorov, Roman D.; Odintsov, Vladimir I.; Petrov, Valery G.; Popova, Anastasya V.; Gudoshnikov, Sergey A., "Advanced structure research methods of amorphous Co69Fe4Cr4Si12B11 microwires with giant magnetoimpedance effect: Part 2 – Microstructural evolution and electrical resistivity change during DC Joule heating", Journal of Alloys and Compounds, 2022, 918, 165707, DOI:10.1016/j.jallcom.2022.165707; (Q1; Impact factor 6.371)
7. M. Churyukanova, A. Stepashkin, A. Sarakueva, V. Mashera, Yu. Grebenschchikov, V. Odintsov, V. Petrov and S. Gudoshnikov. Application of ferromagnetic microwires as temperature sensors for measuring the thermal conductivity of materials. Metals 2023, 13, 109. <https://doi.org/10.3390/met13010109> (Q1; Impact factor 2.695)
8. S. Gudoshnikov, G. Danilov, V. Tarasov, Yu. Grebenschchikov, V. Odintsov, «Non-destructive method of scanning magnetometry for determining magnetization of weakly magnetic and magnetically soft materials», 12th International Advances in Applied Physics & Materials Science Congress & Exhibition (APMAS-2022)”, October 13-19, 2022, Turkey, <http://www.apmascongress.org> (Устный),
9. A.E. Sarakueva, V.S. Mashera, M.N. Churyukanova, I.V. Kozlov, V.I. Odintsov, G.N. Elmanov, S.A. Gudoshnikov, «Study of the effect of cr on electric and magnetic properties of co-rich amorphous ferromagnetic microwires under joule heating», VIII Euro-Asian Symposium “Trends in Magnetism”, August 22–26, 2022, Kazan, Russia, <http://eastmag2022.knc.ru>, Постер, EASTMAG-2022_Abstracts_volume 2, p.17-18, <http://eastmag2022.knc.ru/abstracts-and-proceedings>)
10. G.E. Danilov, V.P. Tarasov, Yu.B. Grebenschchikov, V.I. Odintsov, S.A. Gudoshnikov, «Scanning GMI magnetometer for measuring stray magnetic fields of amorphous ferromagnetic microwires», VIII Euro-Asian Symposium «Trends in Magnetism», August 22–26, 2022, Kazan, Russia, <http://eastmag2022.knc.ru>, <http://eastmag2022.knc.ru/abstracts-and-proceedings>) Постер, EASTMAG-2022_Abstracts_volume 2, p.464–465.

Контактная информация

**Тарасов Вадим Петрович, заведующий кафедрой, vptar@misis.ru
+7 (903) 726-39-43;**

**Чукина Евгения Валерьевна, научный секретарь,
chukina.ev@misis.ru
+7 (916) 680-97-96;**

**Гореликов Евгений Сергеевич, заместитель директора
центра, gorelikoves@misis.ru
+7 (926) 542-05-41.**



ЛАБОРАТОРИЯ «УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ»



**Михайловская Анастасия
Владимировна, заведующая
лабораторией УМЗМ, 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.

Кадровый потенциал подразделения

- 1 главный научный сотрудник;
- 8 старших научных сотрудников;
- 12 младших научных сотрудника;
- 3 ведущих инженера научного проекта;

- 2 инженера научного проекта;
- 2 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».

39 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 г.

Важнейшие научно-технические достижения подразделения

Разработаны сверхпластичные сплавы группы алюминиевого сплава с гетерогенной ультрамелкозернистой структурой с относительным удлинением ~400–600 % при повышенных скоростях деформации до 0,01 с⁻¹. Предложены феноменологические модели для прогнозирования их деформационного поведения при сверхпластической деформации. Сверхпластической формовкой со скоростью 0,01 с⁻¹ получены модельные детали сложной формы с малой разнотолщинностью и низкой остаточной пористостью.

Для работы в условиях повышенных температур предложен новый жаропрочный композиционный материал (КМ) на алюминиевой основе, упрочненный частицами Al_2O_3 с добавкой циркония. Данный композиционный материал характеризуется нанокристаллической алюминиевой матрицей с равномерно распределенными в ней субмикронными частицами Al_2O_3 и наноразмерными дисперсионными частицами Al_3Zr . Технология получения материала включает механическое легирование, последующее компактирование гранул КМ

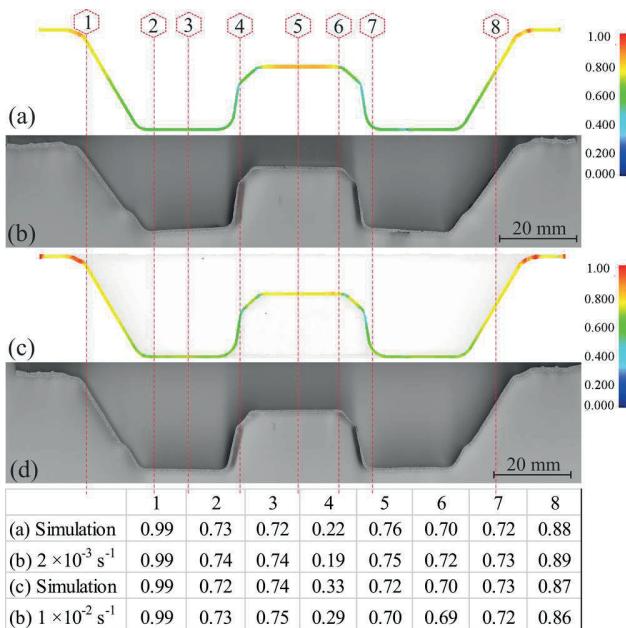


Рисунок А – Профиль детали, полученной сверхпластической формовкой из нового сплава типа «авиаль»

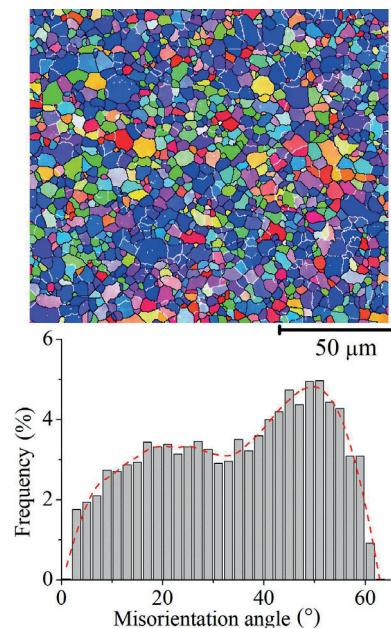


Рисунок Б – Типичное распределение границ зерен в новом сплаве после формовки

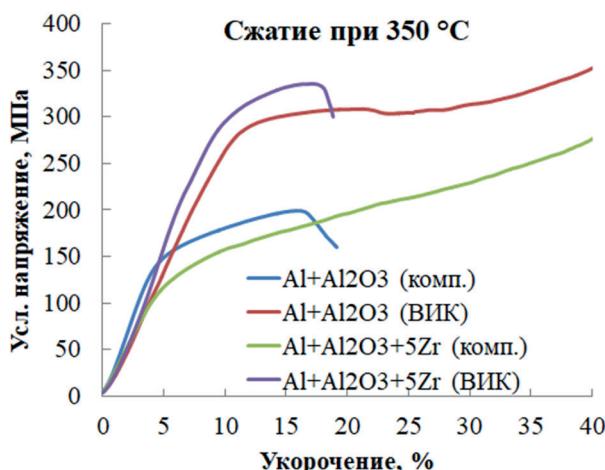


Рисунок В – Кривые напряжение-деформация при сжатии образцов нового КМ при температуре 350 °C

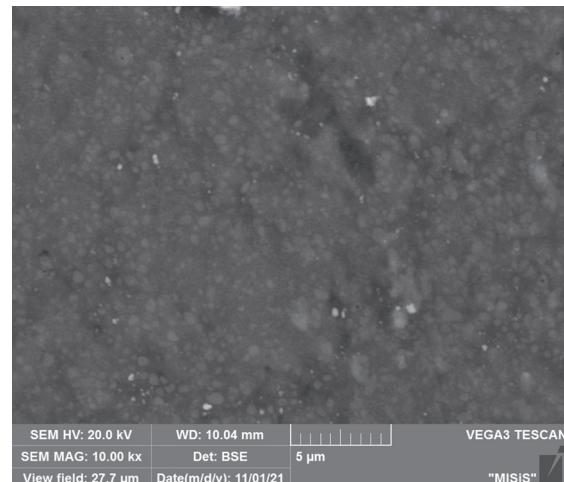


Рисунок Г – Микроструктура образцов нового КМ

и всестороннюю изотермическую ковку при температуре 400 °C. Последняя операция позволяет получить беспористую плотную заготовку и значительно повысить предел текучести. Предел текучести КМ, полученного по такой технологии составляет ~220 МПа при 350 °C, микротвердость 244 HV, плотность 2,81 г/см³, что близко к теоретической плотности.

Проведены сравнительные исследования функционально-механических характеристик сплава Ti-50.8 ат.-% Ni в разных исходных структурных состояниях и после старения при 430 °C, 10 ч; проанализированы особенности эволюции исследуемых пара-

метров при деформации растяжением в интервале температур $-196 \text{ }^{\circ}\text{C} \leq T \leq +100 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Наиболее высокий уровень прочностных характеристик (до 1500 МПа), а также наибольшая разница между дислокационным и фазовым пределами текучести (до 1200 МПа) реализуется в результате старения сплава с исходной развитой дислокационной структурой и аморфизированным объемом ~30%. Эффективность старения материала с исходно рекристаллизованной структурой зависит от размера зерна: функционально-механические характеристики мелкозернистого сплава практически не изменяются; в исходно крупнозернистом они существенно повышаются.

Установлено, что пористая поверхность сплава Ti-18Zr-15Nb после модификации методом химического травления, покрытая наночастицами Ag, привела к полному подавлению роста клеток *e.coli*. В случае полированного образца Ti-18Zr-15Nb с НЧ Ag на поверхности наблюдался лишь незначительный антибактериальный эффект. Это связано с более высокой скоростью высвобождения ионов Ag⁺ из

пористого слоя (0,037 мг/л через 24 ч) по сравнению с полированной поверхностью (0,0114 мг/л). Поскольку пористая поверхность способствует лучшей адгезии бактериальных клеток, наблюдаемая высокая антибактериальная активность объясняется не только более высоким содержанием ионов Ag, но и непосредственным контактом клеток *e.coli* с НЧ Ag.

Основные публикации

1. Mikhaylovskaya, A.V., Yakovtseva, O.A., Tabachkova, N.Y., Langdon, T.G. Formation of ultrafine grains and twins in the β -phase during superplastic deformation of two-phase brasses (2022) Scripta Materialia, 218, статья № 114804;
2. 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 (2022) Metals and Materials International, 28 (3), pp. 811-822;
3. Barkov, R.Y., Khomutov, M.G., Glavatskikh, M.V., Pozdniakov, A.V. The Effect of Yttrium and Zirconium on the Structure and Properties of the Al-5Si-1.3Cu-0.5Mg Alloy (2022) Physics of Metals and Metallography, 123 (6), pp. 598-603;
4. Konopatsky, A.S., Teplyakova, T.O., Popova, D.V., Vlasova, K.Y., Prokoshkin, S.D., Shtansky, D.V. Surface modification and antibacterial properties of superelastic Ti-Zr-based alloys for medical application (2022) Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 209, статья № 112183;
5. A.V. Mikhaylovskaya, O.A. Yakovtseva, A.G. Mochugovskiy, J. J. Cifre, I.S. Golovin. Influence of minor Zn additions on grain boundary anelasticity, grain boundary sliding, and superplasticity of Al-Mg-based alloys // Journal of Alloys and Compounds, V. 926, 2022, № 166785. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2022.166785>;
6. A.D. Kotov, M.N. Postnikova, A.O. Mosleh, A.V. Mikhaylovskaya. Influence of Fe on the microstructure, superplasticity and room-temperature mechanical properties of Ti-4Al-3Mo-1V-0.1B alloy // Materials Science and Engineering A, V. 845, 2022, 143245. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2022.143245>;
7. Amer, S.M., Glavatskikh, M.V., Yu. Barkov, R., Khomutov, M.G., Pozdniakov, A.V. Phase composition and mechanical properties of Al-Si based alloys with Yb or Gd addition (2022) Materials Letters, 320, статья № 132320;
8. A.D. Kotov, A.G. Mochugovskiy, A.O. Mosleh, A.A. Kishchik, O.V. Rofman, A.V. Mikhaylovskaya. Microstructure, superplasticity, and mechanical properties of Al-Mg-Er-Zr alloys // Materials Characterization, V. 186, 2022, 111825. <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2022.111825>;
9. Prosviryakov, A.S., Solonin, A.N., Churyumov, A.Y., Tabachkova, N.Y., Mantsevich, N.M., Kolerov, L.V. On the Effect of the Oxidative Milling of Matrix Powder on the Structure and Properties of Aluminum Foam Based on the Al-12Si Alloy (2022) Physics of Metals and Metallography, 123 (5), pp. 459-465;
10. E.P. Ryklina, K.A. Polyakova, S.R. Murygin, V.S. Komarov, N.N. Resnina, V.A. Andreev Role of structural heredity in control of functional and mechanical characteristics of ni-rich titanium nickelide, Phys. Metals Metallogr. 123 (12) (2022) 1226-1233. DOI: 10.1134/S0031918X22700053.

Основные научно-технические показатели

- количество статей в Scopus – 35;
- количество заявок на объекты интеллектуальной собственности – 2.

Контактная информация

Михайлова Анастасия Владимировна,
заведующий лабораторией
+7 (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;
- Студентов: 2 чел.

7 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 г.

Наиболее крупные проекты

В рамках реализации программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» выполняется проект «Перспективные аморфные и наноструктурированные магнитные и конструкционные

материалы на основе железа, полученные с применением предельных композиций и структурного контроля» с объемом финансирования в 2022 году в размере 7 млн. рублей.

Важнейшие научно-технические достижения подразделения

1. Рассчитаны параметры стеклообразующей способности, на базе проведенных расчетов выбран перспективный диапазон сплавов системы Fe-Co-B-Si с различным соотношением Fe/Co. Получены образцы аморфных и частично кристаллических сплавов системы Fe-Co-B-Si с предельным содержанием металлов в составе. Определены критические толщины сплавов. Показано, что критическая толщина увеличивается при снижении доли металлов в составе сплава. Наблюдается рост критической толщины при увеличении доли кобальта в составе сплава, что обусловлено ростом энтропийного фактора системы. Показано, что максимальное содержание металлов в данной системе для получения аморфного состояния не может превышать 84 ат. %.
2. Установлено, что уменьшении доли металлов до 80 ат. % происходит смена механизма кристаллизации с первичной кристаллизации α -(Fe,Co) на эвтектическую, что увеличивает термическую стабильность сплавов. Установлено, что кристаллизация сплавов происходит из ферромагнитного состояния, что позволяет применять термомагнитную обработку при релаксационном отжиге.
3. Установлено, что в сплавах с аморфной структурой наблюдается близкая к линейной зависимость магнитной индукции насыщения от содержания металлов, при этом значения индукции достигают значения 1,96 Т. Наиболее перспективными сплавами с точки зрения комплекса свойств являются сплавы, доля кобальта в которых не превышает 0,3, а количество металлов находится на уровне 83-84 ат. %.
4. Исследована микроструктура сплавов в литом и отожженном состоянии. Показано, что с увеличением содержания Ni увеличивается доля феррита в литом состоянии. При содержании Ni 5 % происходит образование упорядоченных фаз, что приводит к охрупчиванию сплава. Показано, что легирование Ni увеличивает твердость и уменьшает пластичность за счет формирования κ -фазы и упорядоченной $B2$ фазы.
5. Построены модели поведения стали Fe-30Mn-10Al-3Si-1C и эволюции микроструктуры при горячей пластической деформации. Показано, что эффективная энергия активации стали имеет значения ниже, чем у сталей близкого состава, не содержащих кремний.

Контактная информация

Акихиса Иноуэ, заведующий лабораторией

inoue@jiu.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 связаны с:

- 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 РНФ «Экспериментальное исследование фазовых превращений и свойств сплавов систем Fe-P3M-ПМ с целью поиска перспективных составов для создания постоянных магнитов», № 18-73-10219П, 6 млн. руб.
2. 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 при-менения в теплонаруженных узлах ракетной техники» 7,8 млн. руб.
3. Договор с АО «НПО «ЦНИИТМАШ» научно-исследовательская и опытно-конструкторская работа по теме: «Проведение компьютерного моделирования на основе термодинамического и диффузионного анализа формирования избыточных фаз в многокомпонентных системах на основе железа и никеля при термодеформационном переделе и химико-термической обработке» 1,0 млн. руб.

Кадровый потенциал подразделения

Коллектив НИЦ «Термохимия материалов» имеет на постоянной основе в своем составе 1 доктора 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.

90 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 г.

Важнейшие научно-технические достижения подразделения

В 2022 г. году были успешно проведены работы по проектам:

- «Экспериментальное исследование фазовых превращений и свойств сплавов систем

Fe-P3M-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 нетекстуированности образца для измерений. Намагниченность насыщения увеличивается при уменьшении температуры с 300 К до 150К, после чего проходя через максимум падает до 157 ему/г. Падение намагниченности может быть связано со спинорентационным переходом при низких температурах и потерей анизотропии легкая ось на плоскостную анизотропию.
- Проведен термодинамический расчет равновесных составов фаз в многокомпонентных системах на основе железа и никеля при термодеформационном переделе и химико-термической обработке с помощью пакета для проведения термодинамических расчетов Thermo-Calc. Помимо этого проведен расчет кинетики фазообразования, в том числе уточнен средний радиус частицы, объемная доля упрочняющей фазы с течением времени в зависимости от температуры.

- Изучены фазовые равновесия в трехкомпонентных системах Cr-Ta-V и Cr-Ta-W при кристаллизации во всей области концентраций методами рентгенофазового анализа (РФА) и микроструктурного анализа (МСА) (оптической микроскопии (ОМ) и сканирующей электронной микроскопии (СЭМ)). Построены поверхности ликвидуса и солидуса всех трехкомпонентных систем на основании экстраполяций моделей, представленных в литературе. По результатам работы впервые построены проекции поверхностей ликвидуса и солидуса систем Cr-Ta-V во всей области концентраций

В центре успешно проводится подготовка специалистов высшей квалификации.

На базе центра прошел повышение квалификации 1 сотрудник промышленного предприятия.

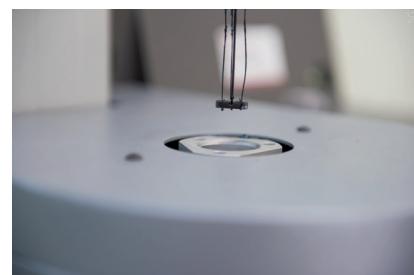
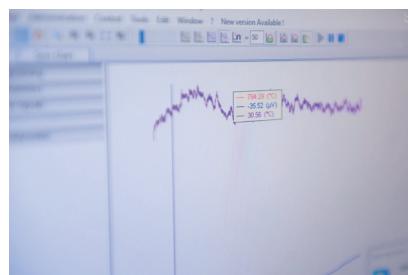
Основные научно-технические показатели

Научная работа сотрудников центра отражена в: 70 публикациях в высокорейтинговых журналах WOS, Scopus; 9 главах в монографиях и справочниках; 2

международных патентах, более чем 55 докладах на международных конференциях.

Основные публикации

- 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;
- Bajenova, I., Shakirova, J., Khvan, A., Cheverikin, V., Experimental Investigation of Phase Equilibria in Fe–Ho System, (2022) *Russian Journal of Physical Chemistry A*, 96 (12), pp. 2591–2597, DOI: 10.1134/S0036024422120056;
- Bajenova, I., Shakirova, J., Khvan, A., Cheverikin, V., Zanaeva, E., Experimental investigation of the phase equilibria in the Tb–Co and Tb–Co–Fe systems and magnetic properties of phases, (2022) *Materials Today Communications*, 32, статья № 103960, DOI: 10.1016/j.mtcomm.2022.103960;
- 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, (2022) *Journal of Alloys and Compounds*, 901, статья № 163424, DOI: 10.1016/j.jallcom.2021.163424;
- Khvan, A.V., Konstantinova, N., Uspenskaya, I.A., Dinsdale, A.T., Druzhinina, A.I., Ivanov, A., Bajenova, I., A description of the thermodynamic properties of pure indium in the solid and liquid states from 0 K, (2022) *Calphad: Computer Coupling of Phase Diagrams and Thermochemistry*, 79, статья № 102484, DOI: 10.1016/j.calphad.2022.102484;
- Fartushna, I., Bajenova, I., Khvan, A., Shilundeni, S., Cheverikin, V., Bulanova, M., Kondratiev, A., Analysis of the effect of the liquid phase separation on the formation of microstructure in the Sn[sbnd]Fe and Al[sbnd]Fe[sbnd]Sn alloys (2022) *Materials Characterization*, 186, статья № 111812, DOI: 10.1016/j.matchar.2022.111812;
- I. Fartushna; I. Bajenova; J. Shakirova; A. Khvan; V. Cheverikin; E. Zanaeva; A. Kondratiev, Experimental investigation of the phase equilibria in Co–Fe–Sm system with special attention to the effect of Fe substitution in structure and magnetic properties of intermetallic phases, *Intermetallics*, (2022) DOI: 10.1016/j.intermet.2022.107502.



Уникальное оборудование

- Изотермический микрокалориметр растворения AlexSys (до 1000 °C);
- DSC Labsys (до 1600 °C) с дополнительным 3D детектором типа (Tian-Calvet) для измерения Cp;
- Высокотемпературный дифференциальный термоанализ (до 2400 °C);
- Трубчатая печь с возможностью работы в защитной атмосфере, созданием вакуума, Тмакс = = 1700 °C.

Оборудование центра

Центр располагает оборудованием для проведения 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

+7 495 339-99-00

avkhvan@misis.ru; tm_src@misis.ru

www.tmsrc.misis.ru

<https://www.facebook.com/tmsrc>



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 2022 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:

- 03.03.02 «Физика»;
- 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»;
- 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»;
- 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 наноэлектроника» (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 набора 2019-2021 гг. ведется по следующим направлениям:

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

С 2022 года проведен набор на обучение по следующим научным специальностям:

- 13.8 «Физика конденсированного состояния»;

- 1.3.11 «Физика полупроводников»;
- 2.2.3 «Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники»;
- 2.6.1 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»;
- 2.6.5 «Порошковая металлургия и композиционные материалы»;
- 2.6.6 «Нанотехнологии и наноматериалы»;
- 2.6.17 «Материаловедение».

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

магнитные сенсоры для медицины; фемтосекундные лазерные методы генерации терагерцового излучения; подготовка производства высококачественного алмазного сырья для изготовления бриллиантов в ювелирной промышленности; полимерные композиты с памятью формы; тугоплавкие и дискретно-армированные композиционные мате-

риалы 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 колабораций ЦЕРН (LHCb и SHiP).

Основные научно-технические показатели института

В 2022 г. в научных изданиях, вошедших в базы цитирования Web of Science и Scopus, сотрудниками кафедр института опубликовано свыше 400 статей, среди них 1 и 2 квартилей около 300.

Общий объем финансирования госбюджетных и хоздоговорных НИР, проводимых подразделениями института в 2021 г. составил 342 млн. руб. (без учета программы Приоритет-2030), из них около 200 млн. руб. по заказу хозяйствующих субъектов; остальное финансирование было в рамках 218 Постановления Правительства РФ; Госзадания на науку; 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 150 млн. руб. и НУЦ СВС (62 млн. руб.).

Двое студентов и аспирантов ИНМиН стали победителями в первой очереди и четверо во второй очереди конкурса «Студенческий стартап», который проводится Министерством науки и высшего образования Российской Федерации совместно с Фондом содействия инновациям в рамках федерального проекта «Платформа университетского технологического предпринимательства».

В 2022 году сотрудниками и аспирантами ИНМиН защищены около 20 кандидатских диссертаций, в том числе 3 PhD в университетах Тор Вергата (Италия) и Карлсруэ (Германия).

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.

51 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 г.

Кадровый потенциал подразделения

Докторов наук – 6; кандидатов наук – 16; аспирантов – 15; магистрантов, задействованных в НИР – 54; бакалавров – 18.

В состав кафедры входит лаборатория Физики оксидных сегнетоэлектриков – заведующий лабораторией: PhD, кандидат физико-математических

наук Киселев Д.А. В лаборатории Физики оксидных сегнетоэлектриков работают:

16 научных сотрудников, из них 6 кандидата наук; 1 ведущий инженер научного проекта (к.ф.-м.н); 1 инженер научного проекта; 1 ведущий эксперт научного проекта (д.ф.-м.н); 2 эксперта научного проекта (к.т.н, к.ф.-м.н).

Наиболее крупные проекты

- РНФ (22-72-00138) «Исследование фазовых переходов в углеродных материалах на атомном уровне с помощью современных методов моделирования»;
- РНФ (22-19-00808) «Градиентные композитные магнитоэлектрические материалы для сверхчувствительных датчиков неоднородных магнитных полей»;

- 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».

Важнейшие научно-технические достижения подразделения

- Проведены теоретические исследования двумерных материалов методами теории функционала электронной плотности. Выполнено теоретическое исследование структурных, магнитных и электронных свойств новых гетероструктур на основе различных двумерных материалов и ферромагнитного полуметаллического сплава Гейслера CFGG: h-BN/CFGG, MoSe₂/CFGG, MoS₂/CFGG. Во всех случаях показано сохранение устойчивых ферромагнитных свойств подложки CFGG, включая поверхностные слои вблизи границы раздела, что обусловлено отсутствием сильного химического связывания поверхности с монослоем. Расчет спин-транспортных свойств CFGG/MoS₂/CFGG продемонстрировал высокие значения коэффициента магнетосопротивления порядка 10⁴–10⁵ %, в зависимости от числа слоев MoS₂ и величины приложенного напряжения. Полученные оценки существенно превышают аналогичные значения для туннельных магнитных гетероструктур из других теоретических и экспериментальных научных работ.
- Рассмотрены процессы локального формирования наноструктурированных областей на поверхности кремниевых пластин. Представленные результаты свидетельствуют о возможности практической реализации процесса локализации пористого участка на поверхности кремниевых пластин без замеченного влияния на структуру кремниевой пластины вне пористой области. Пористая структура характеризуется достаточной однородностью по всей площади за исключением участков, прилегающих к разделительному резиновому кольцу. Это расстояние не превышало 1 мм от границы кольца и зависит от степени прижима крепежными винтами. Предложенная схема позволяет производить эксперименты с биологическими объектами (например, стволовыми клетками, нейронами и другими объектами) в локально сформированной пористой структуре, находящейся в непосредственной близости с электронной периферией сенсорных устройств на кремниевой пластине.
- Исследованы структурные, оптические и люминесцентные свойства нелегированных смешанных кристаллов гранатов $Gd_3Al_xGa_{5-x}O_{12}$ ($x=0,1,2,3$), $Gd_2YA_{12}Ga_3O_{12}$, и легированных церием $Gd_3Al_xGa_{5-x}O_{12}$:Ce (Al:Ga = 2:3). Определено распределение Al/Ga между октаэдрическими и тетраэдрическими позициями, получены спектральные зависимости коэффициентов преломления и коэффициентов ослабления света, величины микротвердости, энергия запрещенной зоны. Используя данные спектроскопии XANES оценена степень окисления церия, которая составила 3+.
- Изготовлен и испытан градиентный магнитоэлектрический (МЭ) образец в форме камертона, способный эффективно подавлять акустические шумы. Проведены измерения частотных зависимостей импеданса и МЭ коэффициента градиентного образца в форме камертона. Измерен предел детектирования магнитных полей таким образом, проведено сравнение с простой градиентной структурой прямоугольной формы. Осуществлено детектирование неоднородного магнитного поля с помощью прямоугольной градиентной МЭ структуры и градиентного МЭ образца в форме камертона на модельном объекте (единичный цилиндрический проводник).
- Проведены работы по исследованию функциональных групп на поверхности тканей, состоящих из углеродных нанотрубок (УНТ) и подвергнутых обработке KMnO₄. Показано влияние молярного соотношения KMnO₄ и УНТ на состав и количество кислородсодержащих функциональных групп, присоединенных к углеродной поверхности.
- Исследования методами сканирующей зондовой микроскопии, а также представленные в работе электрофизические характеристики тонких пленок на основе лантанзамещенного титаната висмута $Bi_{3.25}La_{0.75}Ti_3O_{12}$ показали влияние легирующей примеси на микроструктуру, диэлектрические и локальные пьезоэлектрические свойства. Остаточный пьезоэлектрический отклик стабилен во времени, и для пленки лантанзамещенного титаната висмута легированной ниобием сохраняется в течении длительного времени после предварительной поляризации. Для этого состава характерен также наибольший коэффициент управления (1.72) и отсутствие внутреннего электрического поля по результатам вольт-фарадных характеристик. Пленка лантанзамещенного титаната

висмута, легированная Zr является наиболее сегнетомягкой по сравнению в другими составами.

8. Разработана технология получения высокоэффективного среднетемпературного термоэлектрического материала Zn_4Sb_3 с добротностью $ZT = 1,55$ при температурах 673–723 К. Для воспроизводимого получения β - Zn_4Sb_3 доказана необходимость проведения синтеза с избытком Zn относительно стехиометрического состава,

растворяющегося по механизму внедрения. Показано, что наличие межузельного Zn не является условием сохранения стабильности фазы β - Zn_4Sb_3 . Для получения термостабильного материала необходимо дополнительное легирование In. Установлен диапазон концентрации In, обеспечивающий термостабильность свойств материала β - Zn_4Sb_3 . Определен оптимальный состав $Zn_{4.85}In_{0.25}Sb_3$ обладающий высокой термоэлектрической эффективностью и стабильный при температурах эксплуатации.

Подготовка специалистов высшей квалификации

- Касимова Валентина Маратовна – «Оптические свойства и дефектообразование в кристаллах $Gd_3Al_xGa_{5-x}O_{12}$ и $Gd_3Al_2Ga_3O_{12}\cdot Ce$ ». Дата защиты: 22.12.2022 г. Специальность: 1.3.8 – Физика конденсированного состояния. (Научный руководитель – Козлова Н.С.)
- Кубасов Илья Викторович – «Закономерности формирования доменной структуры в монокристаллических пластинах ниобата лития при сегнетоэлектрическом фазовом переходе». Дата защиты: 30.09.2022 г. Специальность: 1.3.8 – Физика конденсированного состояния. (Научный руководитель – Малинкович М.Д.)
- Панченко Виктория Петровна – «Получение термостабильного среднетемпературного термоэлектрического материала в системе Zn-Sb». Дата защиты: 20.09.2022 г. Специальность: 2.2.3 – Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники. (Научный руководитель – Табачкова Н.Ю.)

Премии и награды за научно-инновационные достижения:

- Ильина Татьяна Сергеевна – победитель конкурса «Аспирант года» НИТУ МИСИС 2022 (Научный руководитель Киселев Д.А.)
- Старухина Софья Сергеевна – победитель Гран-при конкурса «Студент года-2022» (Научный руководитель Киселев Д.А.)

Основные публикации

1. K.V. Larionov, J.J. Pais Pereda, P.B. Sorokin, A DFT study of magnetic interfaces based on half-metallic $Co_2FeGe_{1/2}Ga_{1/2}$ with h-BN and $MoSe_2$ monolayers // Phys. Chem. Chem. Phys. 24 (2022) 1023–1028, Q1, DOI: 10.1039/D1CP04806F;
2. A. Ishteev, K. Konstantinova, G. Ermolaev, D. Kiselev, D.S. Muratov, M. Voronova, T. Ilina, P. Lagov, O. Uvarov, Y. Pavlov, M. Letovaltseva, A. Arsenin, V. Volkov, S. Didenko, D. Saranin, A. Di Carlo, Investigation of structural and optical properties of $MAPbBr_3$ monocrystals under fast electron irradiation // J. Mater. Chem. C. 10 (2022) 5821–5828, Q1, DOI:10.1039/D2TC00128D;
3. 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, 375 (2022) 115836, Q1, DOI:10.1016/j.ssi.2021.115836;
4. F. Khorobrykh, B. Kulnitskiy, V. Churkin, E. Skryleva, Yu. Parkhomenko, S. Zholudev, V. Blank, M. Popov, The effect of C_{60} fullerene polymerization processes on the mechanical properties of clusters forming ultrahard structures of 3D C_{60} polymers // Diamond & Related Materials 124 (2022) 108911, Q1, DOI:10.1016/j.diamond.2022.108911;
5. M.A. Borik, A.S. Chislov, A.V. Kulebyakin, E.E. Lomonova, F.O. Milovich, V.A. Myzina, P.A. Ryabochkina, N.V. Sidorova, N.Yu. Tabachkova, Phase Composition and Mechanical Properties of Sm_2O_3 Partially Stabilized Zirconia Crystals // Crystals 12 (2022) 1630, Q1, DOI: 10.3390/cryst12111630;
6. A. Kotelnikova, T. Zubar, T. Vershinina, M. Panasyuk, O. Kanafyev, V. Fedkin, I. Kubasov, A. Turutin, S. Trukhanov, D. Tishkevich, V. Fedosyuk, A. Trukhanov, The influence of saccharin adsorption on NiFe alloy film growth mechanisms during electrodeposition // RSC Adv. 12 (2022) 35722–35729, Q1, DOI:10.1039/D2RA07118E;

7. S. Erohin S., P. Sorokin, Edges in bilayered h-BN. Insights into atomic structure // Nanoscale 14 (2022) 14155, Q1, DOI: 10.1039/D2NR02818B;
8. A.V. Mikhaylovskaya, O.A. Yakovtseva, A.V. Irzhak. The role of grain boundary sliding and intragranular deformation mechanisms for a steady stage of superplastic flow for Al–Mg-based alloys // Mater. Sci. Eng. A. 833 (2022) 142524, Q1, DOI:10.1016/j.msea.2021.142524;
9. A. Novitskii, I. Serhiienko, S. Novikov, K. Kuskov, D. Pankratova, T. Sviridova, A. Voronin, A. Bogach, E. Skryleva , Yu. Parkhomenko, A. Burkov, T. Moric, V. Khovaylo, Thermoelectric properties of Sm-doped BiCuSeO oxyselenides fabricated by two-step reactive sintering, Journal of Alloys and Compounds 912 (2022) 165208, Q1, DOI:10.1016/j.jallcom.2022.165208;
10. V.V. Starkov, E.A. Gosteva, D.D. Zhrebtssov, M.V. Chichkov, N.V. Alexandrov, Nanoporous Layers and the Peculiarities of Their Local Formation on a Silicon Wafer // Processes. 10 (2022) 163, Q2, DOI:10.3390/pr10010163.

Основные научно-технические показатели

- Публикации в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 97 (Q1/Q2 – 74);
- объекты интеллектуальной собственности, аттестованные методики – 1 программа для ЭВМ; 1 патент; 6 – ноу-хау;
- конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения – 6;

Контактная информация

Оганов Артём Ромаевич, заведующий кафедрой

+7 (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 РАЕН**

Отличительной особенностью 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 научная школа конструирования материалов с высокой прочностью на основе управления их металлургическим качеством и структурой.

Основные научные направления деятельности кафедры

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

Кадровый потенциал кафедры

Докторов наук: 4 чел., кандидатов наук: 13 чел., аспирантов: 15 чел., инженерно-технических работников: 4 чел., магистрантов, задействованных в НИР: 52 чел.

10 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 г.

Наиболее крупные проекты

Х/д с ООО «ОПТИМУМ» на тему «Подготовка заключения о возможности использования сталей при

строительстве объекта «Обустройство газового месторождения Семановское. Первая очередь».

Важнейшие научно-технические достижения подразделения

На основе полученных данных по структуре, механическим свойствам и температуропроводности в широком диапазоне температур, предложен новый конструкционный материал для изготовления корпуса устройства локализации расплава, обеспечивающий безопасную и надежную работу Россий-

ских атомных реакторов нового поколения, в т.ч. в районах повышенной сейсмической активности.

Для улучшения прочности биоинертного циркониевого сплава Zr-2,5% Nb (Э125) и соответствия требованиям, предъявляемым к материалу стоматологических имплантатов, использован один

из методов большой пластической деформации – ротационная ковка. Ротационная ковка привела к 2-кратному повышению прочности с сохранением хорошего запаса пластичности. По результатам работы получены полуфабрикаты (прутки) и коммерческая партия конструкционных элементов стоматологических имплантатов.

Подтверждена потенциальная применимость эвтектических алюминиевых сплавов систем Al-Ca, Al-Ce, Al-La и Al-Ni в аддитивных технологиях. На примере модельных сплавов эвтектического состава – Al-8%Ca, Al-10%La, Al-10%Ce и Al-6%Ni показана возможность улучшения их структуры и достижения неравновесного фазового состояния в

условиях в условиях быстрой кристаллизации при лазерном воздействии, обеспечивающие их эффективное упрочнение. В частности, в сплаве Al-8%Ca достигнуто 4-кратное повышение микротвердости (до 370 HV) за счет создания пересыщенного твердого раствора кальция в алюминии и многократного увеличения плотности дислокаций.

Предложены композиции «медь/алюминиевый сплав Al-Cu-Mg» и «медь/алюминиевый сплав Al-La» и режимы их деформационной обработки, обеспечивающие необходимый комплекс механических и физических свойств для применения в электротехнике.

Основные публикации

1. S.A. Nikulin, S.O. Rogachev, V.A. Belov, M.Yu. Zadorozhnyy, N.V. Shplis, M.M. Skripalenko. Effect of prolonged thermal exposure on low-cycle bending fatigue resistance of low-carbon steel. *Metals*. 12 (2022) 281. <https://doi.org/10.3390/met12020281>;
2. S.O. Rogachev, V.A. Andreev, M.V. Gorshenkov, D.V. Ten, A.S. Kuznetsova, A.B. Shcherbakov. Rotary Forging to Improve the Strength Properties of the Zr-2.5% Nb Alloy. *Phys. Met. Metallogr.* 123 (2022) 939–944. <https://doi.org/10.1134/S0031918X22090113>;
3. А.В. Кудря, Э.А. Соколовская. Прогноз разрушения материалов с неоднородной структурой. *Физика металлов и металловедение*. 123 (2022) 1334–1346. <https://doi.org/10.31857/S0015323022601088>;
4. S.O. Rogachev, E.A. Naumova, M.A. Vasina, N.Yu. Tabachkova, N.V. Andreev, A.A. Komissarov. Anomalous hardening of Al-8%Ca eutectic alloy due to a non-equilibrium phase state transition under laser irradiation. *Mater. Lett.* 317 (2022) 132129. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2022.132129>;
5. A.A. Kruglyakov, S.O. Rogachev, N.V. Lebedeva, P.Yu. Sokolov, A.M. Arsenkin, V.M. Khatkevich. On the nature of hot work hardening phenomenon in die steel with regulated austenitic transformation during exploitation. *Mater. Sci. Eng. A*. 833 (2022) 142548. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2021.142548>;
6. A.A. Kruglyakov, S.O. Rogachev, S.A. Nikulin, H.S. Nguen, N.V. Lebedeva, G.A. Panova. Stabilization of the Hot-Working State of Die Steel during Thermomechanical Treatment. *Russ. Metall.* 2022 (2022) 1278–1283. <https://doi.org/10.1134/S0036029522100147>;
7. S.O. Rogachev, E.A. Naumova, A.V. Doroshenko, R.D. Karelin, V.S. Komarov, V.S. Yusupov, N.Yu. Tabachkova, V.A. Andreev, V.M. Khatkevich. Effect of equal-channel angular pressing on structural evolution, phase transformations and mechanical properties of Al-4Ca-0.8Mn-1.3Fe-0.1Zr-0.1Sc hypoeutectic alloy. *J. Alloys Compd.* 914 (2022) 165379. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2022.165379>;
8. R.R. Adigamov, V.A. Andreev, S.O. Rogachev, E.S. Fedotov, G.E. Khadeev, V.S. Yusupov. Bauschinger Effect in Alternating Deformation. *Steel in Translation*.–2022.–V. 52.–N. 7.–P. 639–647. <https://doi.org/10.3103/S0967091222070026>;
9. S.O. Rogachev, E.A. Naumova, A.A. Komissarov, M.A. Vasina, M.D. Pavlov, A.A. Tokar'. Effect of Laser Surface Modification on the Structure and Mechanical Properties of Al-8% Ca, Al-10% La, Al-10% Ce, and Al-6% Ni Eutectic Aluminum Alloys. *Russian Journal of Non-Ferrous Metals*. 63 (2022) 671–680. <https://doi.org/10.3103/S1067821222060153>;
10. A.V. Kudrya, E.A. Sokolovskaya, D.F. Kodirov, E.V. Bosov, G.V. Kotishevskiy. On necessity of taking into account statistical nature of the objects using Big Data in metallurgy. *CIS Iron and Steel Review*. 23 (2022) 105–112. <https://doi.org/10.17580/cisir.2022.01.19>.

Основные научно-технические показатели

- публикаций в российских научных журналах из списка ВАК – 6;
- в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 54;

- конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения – 12;
- 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 XI-я конференция «ПРОСТ-2023» запланирована на период с 18 по 20 апреля 2023 г.

Защищенные кандидатские диссертации: Танг Вьет Фыонг, тема «Развитие методов оценки сопротивляемости разрушению конструкционных сталей с неоднородной структурой»

Контактная информация

Никулин Сергей Анатольевич, заведующий кафедрой

+7 (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

Цели, задачи, перспективы научной деятельности включают в себя подготовку 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; организацию и проведение фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований и разработок по профилю кафедры, удовлетворение потребности общества и государства в научно-педагогических кадрах высшей квалификации.

9,9 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 г.

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 высокочистых эпитаксиальных слоев GaAs и алмаза;
- матричные детекторы ядерных частиц на основе кремния;
- оптоэлектронные приборы на основе перовскитных материалов;
- радиационная отбраковка и исследование радиационной стойкости полупроводниковых структур.

Кадровый потенциал подразделения

На кафедре работают: 4 профессора, 12 доцентов, 4 старших преподавателя, 1 ассистент, 9 сотрудников инженерно-технического состава, в том числе 5 докторов наук, 13 кандидатов наук.

В 2022 году выпускниками кафедры были защищены 22 выпускных квалификационных работ бакалавров, 17 магистерских диссертаций и 5 выпускных квалификационных работ аспирантов.

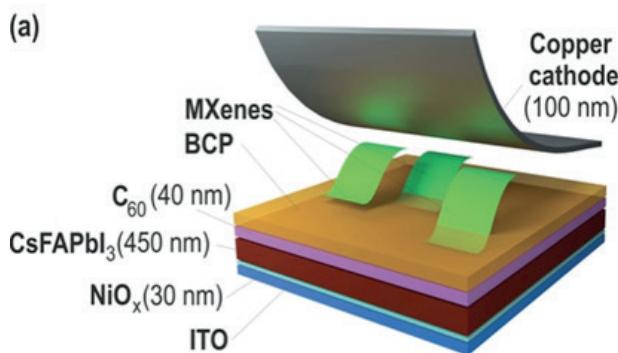
Общий объем финансирования научно-исследовательских работ

Выполнены 2 проекта РНФ (7,5 млн. руб.), х/д (15 млн. руб.) и грант программы Приоритет 2030 (3,5 млн. руб.) на общую сумму 26 млн. рублей. Совместно с лабораторией перспективной солнечной энергетики выполнен проект в рамках 220 Постановления Правительства РФ, три проекта РНФ (14,5 млн. руб.)

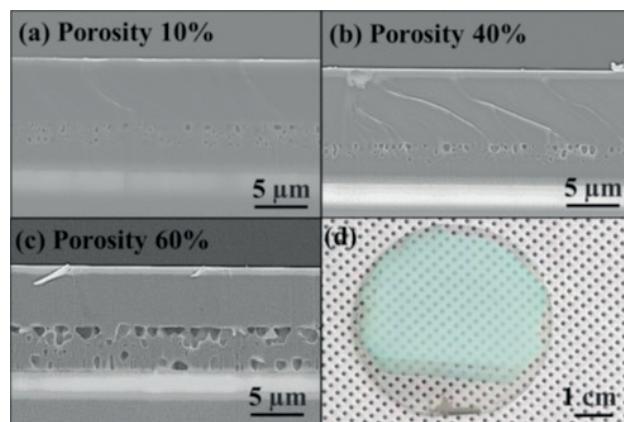
и грант программы Приоритет 2030 (11,5 млн. руб.). На базе кафедры в рамках 220 Постановления Правительства РФ (20 млн. руб.) создана лаборатория «Ультраширокозонных полупроводников», по программе Приоритет 2030 закуплено оборудование на 12 млн. руб.

Наиболее крупные проекты

- Договор с АО «НИИП» на тему «Моделирование структуры, разработка топологии и технологического маршрута изготовления полнофункционального монолитного матричного чувствительного элемента» (объем финансирования 15 млн. руб., руководитель доц. Леготин С.А.);
- Проект РНФ №19-19-00409п «Исследование электрически активных точечных и протяженных дефектов в новом широкозонном полупроводнике α - и β - Ga_2O_3 , гетероструктурах и мембранных на их основе» (объем финансирования 6,0 млн. руб., руководитель проф. Поляков А.Я.).



Схематичная конструкция солнечного элемента на основе перовскита CsFAPbI₃ с MXenes-BCP слоем



Пористые структуры на основе GaN для светоизлучающих диодов

Важнейшие научно-технические достижения подразделения

- Разработаны светоизлучающие диоды на основе нанопористой структуры GaN с увеличенной квантовой эффективностью;
- В рамках работы с CERN велись работы разработке детекторов частиц на основе монокристаллических перовскитов;
- Прототип высокоэффективного фотопреобразователя на основе галогенидных перовскитов для освещения с высокой ультрафиолетовой составляющей;
- Увеличена стабильность перовскитных солнечных элементов до 3500 ч.

Подготовка специалистов высшей квалификации

В 2022 году на кафедре обучалось 20 аспирантов. Выпускники аспирантуры Савчук А., Гостищев П.А., Ле Тхай Шон, Шманин Е. защитили кандидатские диссертации. Кроме того, в рамках совместной аспи-

рантуры в университете Тор Вергата, Рим, Италия Гостищев П.А. и Ерманова И. защитили диссертации на степень PhD.

Основные публикации

1. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., Legotin S., Saranin D., Shchemerov, I - Observation of an exotic narrow doubly charmed tetraquark - Nature Physics - Том 18, Выпуск 7, Страницы 751 - 754July 2022 DOI 10.1038/s41567-022-01614-y;
2. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., Legotin S., Saranin D., Shchemerov, I - Test of lepton universality in beauty-quark decays - Nature Physics - Том 18, Выпуск 3, Страницы 277 - 282March 2022 DOI 10.1038/s41567-021-01478-8;
3. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., Legotin S., Saranin D., Shchemerov, I - Precise determination of the Bs0 - B̄s0 oscillation frequency - Nature Physics - Том 18, Выпуск 1January 2022 DOI 10.1038/s41567-021-01394-x;
4. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., Legotin S., Saranin D., Shchemerov, I - Study of the doubly charmed tetraquark Tcc+ - Nature Communications - Том 13, Выпуск 1December 2022 Номер статьи 3351, DOI 10.1038/s41467-022-30206-w;
5. Yakusheva, Anastasia;Saranin, Danila;Muratov, Dmitry;Gostishchev, Pavel;Pazniak, Hanna;Di Vito, Alessia; Le, Thai Son;Luchnikov, Lev;Vasiliev, Anton;Podgorny, Dmitry;Kuznetsov, Denis;Didenko, Sergey Photo Stabilization of p-i-n Perovskite Solar Cells with Bathocuproine: MXene – Small - Том 18, Выпуск 37September 15, 2022 Номер статьи 2201730 DOI 10.1002/smll.202201730;
6. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., Legotin S., Saranin D., Shchemerov, I - First Measurement of the Z → μ+μ- Angular

- Coefficients in the Forward Region of pp Collisions at $s = 13$ TeV - Physical Review Letters - Том 129, Выпуск 926 August 2022 Номер статьи 091801 DOI 10.1103/PhysRevLett.129.091801;
7. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., Legotin S., Saranin D., Shchemerov, I - Angular Analysis of D0 $p + p - \mu^+ \mu^-$ and D0 $K + K - \mu^+ \mu^-$ Decays and Search for CP Violation - Physical Review Letters - Том 128, Выпуск 223 June 2022 Номер статьи 221801 DOI 10.1103/PhysRevLett.128.221801;
 8. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., Legotin S., Saranin D., Shchemerov, I - Tests of Lepton Universality Using $B^0 K^0 \pi^+ \pi^-$ and $B^+ K^* \pi^+$ Decays - Physical Review Letters - Том 128,
 9. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., Legotin S., Saranin D., Shchemerov, I - Observation of the Decay $\Lambda b^0 \rightarrow \Lambda c^+ \tau^- \nu \tau$ - Physical Review Letters - Том 128, Выпуск 1913 May 2022 Номер статьи 191803 DOI 10.1103/PhysRevLett.128.191803;
 10. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., Legotin S., Saranin D., Shchemerov, I - Observation of Two New Excited Ξb^0 States Decaying to $\Lambda b^0 K - \pi^+$ - Physical Review Letters - Том 128, Выпуск 1622 April 2022 Номер статьи 162001 DOI 10.1103/PhysRevLett.128.162001.

Основные научно-технические показатели

- Количество публикаций: статей, индексируемых в базе данных Web of Science/Scopus – 62, из них 1 и 2 квартеля – 52;
- Количество зарегистрированных объектов интеллектуальной собственности – 4;
- Количество международных конференций, в которых приняли участие сотрудники кафедры – 6.

Обучающиеся кафедры Тюхова Мария Петровна; Леин Катерина; Ильичева Екатерина Александровна; Григорьева Екатерина Вячеславовна стали победителем конкурса УМНИК. Студенты бакалавриата Брусов Никита Денисович, Карякина Дарья Олеговна выиграли стипендию Президента РФ, обучающимся по приоритетным направлениям. Студент магистратуры Краснов Андрей Андреевич выиграл в конкурсе МОН совместно с Фондом содействия инновациям «Студенческий стартап».

Контактная информация

Диденко Сергей Иванович, заведующий кафедрой
+7 (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 квантовые вычисления и искусственный интеллект революционизируют прогресс в таких областях как квантовая химия, разработка новых материалов, биомедицина, передача данных на расстояние, управление сложными системами. Именно на этом междисциплинарном стыке и видятся перспективы научных исследований кафедры ТФКТ. В этой связи, основными направлениями проводимых в 2022 году исследований и тематическими областями новых результатов и публикаций сотрудников кафедры ТФКТ явились следующие:

- Механизм высокотемпературной сверхпроводимости в купратах и новых сверхпроводниках, модель Q-шаров;
- Теория управления квантовыми системами: реализация квантовых алгоритмов на примере управления энергией взаимодействующего с окружением квантового осциллятора;
- Защита волоконно-оптических источников распределения квантовых ключей от атак с применением световых инъекций;

- Кинетика фотостимулированного транспорта в резонансно-туннельных структурах с квантовыми ямами р-и-п фотогальванического элемента;
- Создание цифровых двойников процессов плавки в электродуговой печи для решения технологических задач получения полуфабриката с требуемыми характеристиками качества;
- Исследование физических характеристик сверхпроводящих и диэлектрических метаматериалов для квантовой сенсорики;
- Ab initio вычисления упругих свойств кристаллов образующихся в терапаскальном диапазоне статических давлений (в центре Урана);
- Теоретическое моделирование клеточной агрегации рекомбинантного белка- вируса гриппа путем изменения структуры и гидратации мембранны для её порирования.

Кафедра ТФКТ 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 университетами: Лейденским, Бохум, Линчёпинг, Карлсруэ.

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

Основные научные направления деятельности кафедры

1. Сверхпроводящие и топологические свойства квантовой материи для квантовых вычислений (член-корр. РАН проф. Ю.Н. Овчинников, проф. С.И. Мухин, проф. П.Д. Григорьев, проф. А.В. Карпов, доц. А.А. Башарин, доц. Я.И. Родионов, д-р. А.Н. Печень, м-н С.С. Сейдов; электронных и фононных спектров твердых тел при высоких давлениях и температурах;
2. Квантовая криптография (рук.: проф. В.В. Макаров);
3. Упругие фазовые переходы в твердых телах (рук.: проф. Ю.Х. Векилов, д.ф.-м.н. О.М. Красильников): расчет из первых принципов (DFT);
4. Терагерцовые квантовые каскадные лазеры, квантоворазмерные резонансные туннельные структуры для солнечной энергетики (рук.: доцент М.П. Теленков);
5. Цифровые двойники процессов плавки и кристаллизации, механизм роста кластеров твердой фазы, кинетика фазовых переходов в металлических расплавах (рук.: доцент И.А. Иванов).

Кадровый потенциал подразделения

Кадровый состав кафедры включает 7 д.ф.-м.н. и 11 к.ф.-м.н. с международным опытом:

- 5 профессоров (средний возраст 58 лет);
- 7 доцентов (средний возраст 38 лет);

- 10 научных сотрудников по грантам К2 Приоритет 2030 и РНФ с международным опытом;
- 25 аспирантов.

Наиболее крупные проекты

В 2022 году общий объем проектного финансирования кафедры составил более 15 млн. рублей. На кафедре велись научно-исследовательские работы в рамках:

- Грант К2-2020-025 «Сверхпроводящие и топологические свойства квантовой материи для квантовых вычислений» – 8 млн. (Ю.Н. Овчинников,

С.И. Мухин, П.Д. Григорьев, А.Н. Печень, О.В. Моржин, Я.И. Родионов, П.И. Карпов, С.С. Сеидов);

- Грант РНФ 22-12-0019 «Компьютерный дизайн новых перспективных конструкционных материалов для ядерной энергетики» (А.В. Пономарева, Д.А. Шулятев, Н.В. Андреев, Н.Ю. Табачкова).

Важнейшие научно-технические достижения подразделения

На кафедре успешно выполнен 1-й этап инфраструктурного проекта программы Приоритет 2030: № К2-2022-025 «Сверхпроводящие и топологические свойства квантовой материи для квантовых вычислений» под руководством ведущего ученого,

член-корр. РАН, д.ф.-м.н. Ю.Н. Овчинникова, 1-й этап гранта РНФ 22-12-0019 «Компьютерный дизайн новых перспективных конструкционных материалов для ядерной энергетики» под руководством ведущего ученого, к.ф.-м.н. А.В. Пономаревой.

Основные публикации

1. Dubrovinsky, L., Khandarkhaeva, S., Fedotenko, T., Smirnova E.A. et al. Materials synthesis at Terapascal static pressures. *Nature* 605, 274–278 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04550-2>;
2. Amy Rice, Sourav Haldar, Eric Wang, Paul S. Blank, Sergey A. Akimov, Timur R. Galimzyanov, Richard W. Pastor & Joshua Zimmerberg, Planar aggregation of the influenza viral fusion peptide alters membrane structure and hydration, promoting poration. *Nature Communications*, 13, 7336 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41467-022-34576-z>;
3. P. Karpov and F. Piazza Light-Induced Quantum Droplet Phases of Lattice Bosons in Multimode Cavities, *Phys. Rev. Lett.* 128, 103201 (2022). <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.128.103201>;
4. A.A. Leha, A. P. Zhuravel, A. Karpov, A. V. Lukashenko, and A. V. Ustinov, Phase-resolved visualization of radio-frequency standing waves in superconducting spiral resonator for metamaterial applications. *Low Temperature Physics* 48, 104 (2022); <https://doi.org/10.1063/10.0009288>;
5. Ponomova, D. Ruzhitskaya, P. Chaiwongkhot, V. Egorov, V. Makarov, and A. Huang, Protecting fiber-optic quantum key distribution sources against light-injection attacks, *PRX Quantum* 3, 040307 (2022). <https://doi.org/10.1103/PRXQuantum.3.040307>;
6. Pechen, S. Borisov, A. Fradkov, Energy control in a quantum oscillator using coherent control and engineered environment, *Chaos Solitons and Fractals*, 164, 112687 (2022). <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2022.112687>;
7. S. I. Mukhin, “Euclidean Q-balls of electronic spin/charge densities confining superconducting condensates as the origin of pseudogap and high-T_c superconducting behaviours”, *Annals of Physics* (2022); <https://doi.org/10.1016/j.aop.2022.169000>;
8. O.M. Krasilnikov, Yu. Kh. Vekilov, and S. I. Simak, Comment on “Nonlinear elasticity of prestressed single crystals at high pressure and various elastic moduli” *Phys. Rev. B* 105, 226101 <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.105.226101>;
9. Bukharin, M. M., Pecherkin, V. Y., Ospanova, A. K., Il'in, V. B., Vasilyak, L. M., Basharin, A. A., & Luk'yanchuk, B, Transverse Kerker effect in all-dielectric spheroidal particles. *Scientific Reports*, 12(1), 7997 (2022) <https://doi.org/10.1038/s41598-022-11733-4>;

10. E.A. Smirnova, A.V. Ponomareva, A.B. Syzdykova, M.P. Belov, Ab initio systematic description of thermodynamic and mechanical properties of binary bcc Ti-based alloys Materials Today Communications 31, 103583 (2022). <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2022.103583>. из них 7 в журналах Q1 и 11 в журналах Q2.

Сотрудники и аспиранты кафедры выступили в 2022 году:

- с приглашенными устными докладами на 17 международных конференциях;
- со стендовыми докладами на 4 международных конференциях.

Подготовка специалистов высшей квалификации

В 2022 году защитили кандидатские диссертации аспиранты кафедры ТФКТ: И.Н. Москаленко, И.С. Так- маков (PhD Технологический университет Карлсруэ, Германия).

Контактная информация

Мухин Сергей Иванович, заведующий кафедрой

+7 (495) 955-00-62

dis08@misis.ru

Смирнова Екатерина Александровна, ученый секретарь

+7 (495) 638-44-69

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 и процессов получения материалов электроники, микро- и наноэлектроники, а также новых материалов электроники, микро- и наноэлектроники. Результаты научных исследований сопровождаются разработкой математических моделей процессов.

20 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 г.

- Грант РНФ № 19-72-10071 «Разработка и исследование новых композиционных материалов «полимер/наноуглерод/феррит» для развития 5G-технологий» – 5,0 млн. руб.;
- Грант К6 (лаборатория под молодого ученого) – 10,0 млн руб.;
- Грант К7 (конкурс результативных подразделений) – 4,91 млн. руб.

Кадровый потенциал подразделения

На кафедре работают 27 сотрудников, из них: 5 профессоров докторов наук, 14 доцентов кандидатов наук, 1 ассистент кандидат наук, 3 ассистента

без ученой степени, 1 зав. лабораторией, 4 – учебных мастера 1-й категории. На кафедре обучается 19 аспирантов.

Важнейшие научно-технические достижения

- Установлено влияние условий предварительной обработки подложек (а именно влияние морфологии поверхности подложек) на особенности морфологии поверхности и градиент химического состава (соотношение концентраций Ni и Fe) для магнитомягких материалов на основе сплавов переходных металлов на примере пленок NiFe. Методами магнитометрии были получены данные об основных магнитных параметрах для ряда образцов нанопроводов (НП). Для слоевых Ni/Cu-нанопровод было установлено, что магнитные свойства изменяются в случае изменения толщины слоя Cu при фиксированной толщине слоя Ni. Это может быть обусловлено изменением вклада магнитостатического взаимодействия между слоями Ni.
- Получены результаты экспериментальных исследований влияния механических напряжений на процессы намагничивания, гармонический спектр и магнитоимпеданс (МИ) в микропрово-

дах (МП) состава $Co_{71}Fe_{5}Si_{10}B_{11}Cr_3$. Установлено, что процессы намагничивания и МИ в аморфных (МП) во многом определяются магнитной анизотропией, поэтому термообработка (в печи или током) вызывает изменение характера магнитной анизотропии в проводах и приводит к изменению поведения петли гистерезиса и кривой МИ. Под действием растягивающего напряжения образец ПМ первого типа теряет свойство бистабильности, демонстрируя наклонную петлю гистерезиса с резко уменьшенной восприимчивостью – что может быть использовано для разработки сенсоров механических напряжений. Установлено, что поведение кривых МИ под действием механических напряжений согласуются с процессом намагничивания проводов.

- Синтезированы и исследованы образцы гексагональных ферритов бария M-типа. Синтез осуществлен золь-гель методом (с последующим отжигом) и методом гидротермального

- синтеза. Проведены исследования корреляции условий синтеза, структурно-фазового состояния и мультиферроидных свойств. При исследовании образцов, синтезированных золь-гель методом подтверждена идея о том, что с точки зрения макроскопической поляризации сегнетоэлектрическое искажение в $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ можно смоделировать, предполагая обычную центро-симметричную (Пр.Гр. Р63/ттс) элементарную ячейку, объем которой равен объему нецентрально-симметричной (Пр.Гр. Р63тс), а внутренняя деформация, вызванная смещениями ионов из локальных центросимметричных позиций в места с минимальной энергией. Кроме того, исследована эволюция электрической поляризации при переходе от полярной структуры Пр.Гр. Р63тс к центросимметричной структуре Пр.Гр. Р63/ттс в результате преобразования координат атомов через параметр порядка. Подтверждена природа формирования ненулевого дипольного момента в квази-центросимметричной группе. Таким образом, были проведены исследования корреляции режимов синтеза, фазового состава, структурных параметров и электрической поляризации для магнитоэлектрических материалов на основе многокомпонентных оксидов ионов железа со структурой магнетоплюмбита – гексаферриты бария M-типа. Установлена природа формирования ненулевого дипольного момента в квази-центро-симметричных системах сложных оксидов.
- Методом гидротермального синтеза с последующим высокотемпературным отжигом были синтезированы порошки наноструктурированного гексаферрита бария. Показано, что обработка полученных порошков в смеси уксусной кислоты и хлорида натрия способствует наилучшему растворению сторонней фазы BaFe_2O_4 , по сравнению с обработкой в уксусной кислоте и отсутствием обработки. Синтез порошков BaFe_2O_4 методом гидротермального синтеза с использованием затравки привел к уменьшению размеров кристаллитов гексаферрита с сопутствующими изменениями магнитных характеристик – увеличению коэрцитивной силы и уменьшению намагниченности, что может найти свое применение в областях, где в качестве одной из фаз композиционного материала требуются наночастицы гексаферритов малых размеров.
 - Были рассмотрены особенности влияния микроструктуры композитов на спектры комплексных диэлектрической и магнитной проницаемостей и взаимосвязи этих электрофизических параметров с радиопоглощающими свойствами. Было обнаружено, что в композитах со структурой «сетка из включений» выраженное ослабление ЭМИ наблюдается при пониженных частотах и больших толщинах. В случае статистического распределения наблюдается обратная картина: коэффициент отражения ниже при малых толщинах и относительно высоких частотах ЭМИ. Помимо микроструктуры было установлено, что на радиопоглощающие характеристики в сильной степени влияют электрические и динамические магнитные свойства ферритов. Эксперименты также показали, что «тюнинг» электромагнитных характеристик композитов с использованием дополнительных добавок из сегнетоэлектриков со структурой первовскита, графита (чешуйчатый и измельченный), металлических порошков, керамических композитов магнитомягкий/магнитожесткий феррит позволяет управлять изменениями спектра коэффициента отражения на металлической пластине. Поскольку в этих композитах возрастает эффективная проводимость, возрастают потери на вихревые токи, что результирует в улучшении радиопоглощающих характеристик. В ходе выполнения работы также было установлено, что использование ПВА с массовой концентрацией не более 0,5 % позволяет улучшать воспроизводимость электромагнитных и радиопоглощающих характеристик в феррит-полимерных композитах с матрицей ПВДФ и режимом термопрессования $T = 160\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t = 20$ мин. При режимах термопрессования $T = 180\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t = 10$ мин использование ПВА позволяет улучшать воспроизводимость с массовой концентрацией уже в диапазоне от 0,5 % до 1,5 %.
 - Разработан способ изготовления анизотропного гексаферрита бария $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$. Способ позволяет достичь увеличения энергии магнитного поля постоянного магнита из гексаферрита бария до 20 %.

Подготовка специалистов высшей квалификации

Аспирантуру кафедры в 2022-м году успешно закончили 5 аспирантов. Трое из них в том же году защитили кандидатские диссертации:

- Элхули Абделмонеим Ибрагим Мансуб «Термоэлектрические свойства сплавов Гейслера на основе FeVSb ». Защита диссертации на соискание ученой степени кандидата физ.-мат. наук по

специальности 1.3.11 физика полупроводников состоялась 16.06.2022 г. в НИТУ МИСИС (научный руководитель проф. Ховайло В.В.);

- Алам Саед Али Джунайд «Влияние механических напряжений и температуры на высокочастотный магнитоимпеданс (МИ) в микропроводах из сплавов на основе Со». Защита

- диссертации на соискание ученой степени кандидата физ.-мат. наук по специальности 13.8. физика конденсированного состояния состоялась 29.11.2022 г. в НИТУ МИСИС (научный руководитель проф. Панина Л.В.);
- Миронович Андрей Юрьевич «Разработка основ технологии получения тонких анизотропных пленок BaFe12019 с высокой степенью кри-

сталлографической текстуры». Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.3 Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники состоялась 23.11.2022 г. в НИТУ МИСИС (научный руководитель доц. Исаев И.М., научный консультант проф. Костишин В.Г.).

Основные публикации

1. Heterovalent substituted $\text{BaFe}_{12-x}\text{Sn}_x\text{O}_{19}$ ($0.1 \leq x \leq 1.2$) m-type hexaferrite: chemical composition, phase separation, magnetic properties and electrodynamics features. Darwish M.A., Morchenko A.T., Kostishyn V.G., Timofeev A.V., Podgornaya S.V., Trukhanova E.L., Kaniukov E.Y., Trukhanov A.V., Turchenko V.A., Sayyed M.I., Sun Z., Trukhanov S.V. journal of alloys and compounds. 2022. T. 896. C. 163117.
2. Радиопоглощающие свойства феррит-полимерных композитов поливиниловый спирт/ni-zn феррит. Костишин В.Г., Исаев И.М., Шакирзянов Р.И., Салогуб Д.В., Каюмова А.Р., Олицкий В.К. журнал технической физики. 2022. Т. 92. № 1. С. 131-137.
3. Радиопоглощающие и радиоэкранирующие характеристики феррит-полимерных композитов mn-zn феррит/п (тфэ-вдф). Исаев И.М., Костишин В.Г., Шакирзянов Р.И., Каюмова А.Р., Олицкий В.К., Салогуб Д.В. журнал технической физики. 2022. Т. 92. № 3. С. 462-471.
4. Исследование радиопоглощающих характеристик полимерных композитов с ферритовыми наполнителями (обзор). Костишин В.Г., Шакирзянов Р.И., Исаев И.М., Салогуб Д.В. заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2022. Т. 88. № 6. С. 31-45.
5. Исследование свойств нанокомпозитов на основе термообработанного полиакрилонитрила (обзор). Козлов В.В., Костишин В.Г., Ситнов М.А., Годаев Б.С. заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2022. Т. 88. № 8. С. 35-46.
6. Влияние магнитоимпульсной обработки на гексагональные скандийзамещенные ферриты с мультиферроидными свойствами. Шипко М.Н., Степович М.А., Коровушкин В.В., Костишин В.Г., Труханов А.В., Дарвиш М.А. известия российской академии наук. Серия физическая. 2022. Т. 86. № 11. С. 1565-1569.
7. Электрофизические свойства магнитных полимерных композитов поливиниловый спирт/mn-zn феррит-шпинель. Костишин В.Г., Шакирзянов Р.И., Исаев И.М., Олицкий В.К., Каюмова А.Р., Салогуб Д.В. известия российской академии наук. Серия физическая. 2022. Т. 86. № 5. С. 735-740.
8. Электромагнитные свойства полимерных композитов $\text{Li}_{0.33}\text{Fe}_{2.29}\text{Zn}_{0.21}\text{Mn}_{0.17}\text{O}_4/\text{P}(\text{VDF}-\text{TFE})$ в области частот 100-7000 мгц Исаев И.М., Костишин В.Г., Шакирзянов Р.И., Каюмова А.Р., Салогуб Д.В. физика и техника полупроводников. 2022. т. 56. № 1. с. 114-119.
9. Кристаллохимия и магнитные свойства гексаферрита $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ при гетеровалентном замещении железа цирконием Костишин В.Г., Коровушкин В.В., Исаев И.М., Салогуб Д.В., Труханов С.В., Труханов А.В. физика твердого тела. 2022. т. 64. № 2. с. 179-186.

Контактная информация

Костишин Владимир Григорьевич, заведующий кафедрой

+7 (495) 638-46-51; +7-965-297-9410

drvkgostishyn@mail.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, развивая инфраструктуру (в том числе её приборно-инструментальную, методическую и аналитическую составляющие), используя возможности кооперации и расширяя базу для коммерциализации передовых разработок, привлекая специалистов высшей квалификации, исследовательскую и технологическую инфраструктуру научно-исследовательских организаций-партнёров, стратегической целью кафедры является сохранение позиций одного 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 магнетизма материалов и технологии магнитотвёрдых (МТМ) и магнитомягких (МММ) материалов и наноматериалов (НМ) в частности, магнитных наноматериалов биомедицинского назначения, структурной диагностики и экспертизы материалов с особыми физическими свойствами.

Задачи и перспективы:

- исследования и развитие методов анализа фазового состояния, морфологии и тонкой структуры материалов с особыми физическими свойствами и установление связи параметров структуры со свойствами функциональных материалов;
- разработка композиций и технологий получения перспективных магнитотвёрдых материалов, в том числе, не содержащих РЗМ, для применений в «зелёной» энергетике и электротранспорте;
- материаловедение магнитомягких аморфных, микро- и нанокристаллических материалов;
- исследования структуры и магнитных свойств магнитотвёрдых нанокомпозитов, синтезированных методами быстрой закалки расплавов сплавов и высокоэнергетического помола;
- разработка биомедицинских наноматериалов на основе магнитных наночастиц для диагностики и терапии онкологических и других социально значимых заболеваний.

Основные научные направления деятельности кафедры

- Физика, разработка и получение сплавов со специальными свойствами, в том числе:
 - физика магнетизма материалов 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 (МММ), в том числе, изучение влияния различных внешних факторов на процессы релаксации структурообразования и перемагничивания аморфных, микро- и нанокристаллических сплавов;
 - физическое материаловедение МТМ – исследование закономерностей формирования ВКС в сплавах систем Fe-Cr-Co, Fe-Al-Ni(-Co), РЗМ-Fe-B

(РЗМ – редкоземельные металлы), Sm-Co, Sm-Fe-N, Sm₂(Co,Fe,Cu,Zr)₁₇, Fe-M-O (M – Fe, Ba, Sr, РЗМ и др.) и магнитотвёрдых обменно-связных нанокомпозитах.

- Наноматериалы и нанотехнологии, в том числе:
 - разработка методов синтеза и исследование оксидных и керамических магнитных и магнитоэлектрических наноматериалов, в том числе функционализированных магнитных наночастиц (МНЧ) типа ядро/оболочка, димерных и гибридных наночастиц для биомедицинских применений (тканеспецифические контрастные агенты МРТ, магнитная гипертермия, адресная доставка лекарств, МНЧ как инструмент дистанционного манипулирования отдельными молекулами и др.);
 - оптимизация существующих, и разработка новых способов получения и исследование наноструктурированных МТМ на основе сплавов систем РЗМ-Fe-B и Sm-Fe-N;

– разработка способов получения и методов синтеза НМ с особыми физическими свойствами с использованием методов быстрой закалки расплавов сплавов, высокоэнергетического измельчения, водородной обработки, азотирования и др.

- Разработка методов структурного анализа и измерения физических свойств, в том числе, для целей исследования закономерностей формирования структуры и магнитных свойств НМ на основе оксидов железа и магнитотвёрдых ферритов.
- Разработка методик измерения статических и динамических характеристик МММ и МТМ, в том числе в интервале температур, с использо-

зованием современных измерительных комплексов и установок; развитие методов анализа фазового состояния и тонкой структуры функциональных материалов.

- Компьютерное моделирование материалов и технологических процессов, в том числе, с использованием метода молекулярной динамики, моделирование ранних стадий мартенситных превращений, влияния размера наночастиц на температуру плавления и др., анализ процессов перемагничивания аморфных металлических сплавов с помощью модели Прайзаха, микромагнитное моделирование процессов перемагничивания МТМ.

Кадровый потенциал подразделения

В настоящее время на кафедре работает 37 человек, в том числе:

5 профессоров (А.Ф. Вяткин, Ю.Е. Корчев, А.С. Лилев, А.Г. Мажуга, Г.В. Максимов), 17 доцентов (М.А. Абакумов, В.Ю. Введенский, М.В. Горшенков, Д.Г. Жуков, В.Ю. Задорожный, Е.С. Малютина, В.П. Менушенков, П.С. Могильников, А.И. Новиков, М.Р. Онучина, А.С. Перминов, Е.С. Савченко, С.В. Салихов, Н.В. Свириденкова, Р.В. Сундеев, Е.А. Шуваева, И.В. Щетинин),

2 старших преподавателя (Е.А. Захарова, И.О. Минкова), 5 ассистентов (М.В. Железный, Т.М. Медведева, А.А. Никитин, А.А. Спасенко, А.С. Фортуна), заведующий учебной лабораторией (И.В. Ганелин), 7 инженеров и специалистов по учебно-методической работе. Из них: 2 доктора физико-математических наук, 1 доктор химических наук, 1 доктор биологических наук, 22 кандидатов наук.

На кафедре обучаются 16 аспирантов.

Наиболее крупные проекты

Госзаказ: тема № 3220023 «Многофункциональные магнитные наноразмерные и наноструктурированные материалы для использования в высокотех-

нологичных отраслях экономики». Объём финансирования 26 млн. руб. Руководитель: доцент, к.т.н. Щетинин И.В.

Важнейшие научно-технические достижения

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

рентгеноструктурного анализа, электронной и оптической микроскопии, мёссбауэрской спектроскопии, высокоразрешающей калориметрии и термогравиметрического анализа, комплексных исследований магнитных свойств.

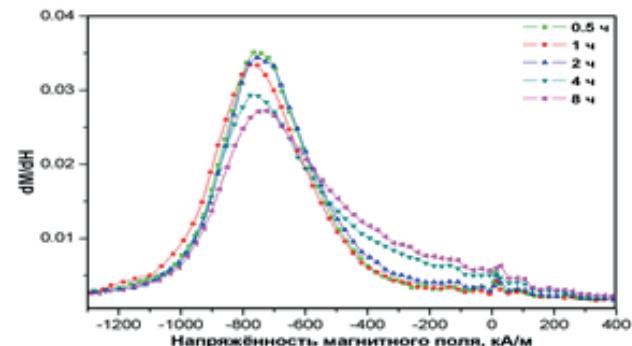
1. Развиваются исследования фазовых превращений в магнитотвёрдых сплавах системы Fe-Cr-Co с использованием различных структурных и физических методов. Исследовано влияние содержания кобальта на температуры фазовых превращений в сплавах Fe-Cr-Co, нелегированных и легированных медью, молибденом и вольфрамом. (Доцент Перминов А.С., магистр Дорофеева В.А., бакалавры Антонян Е.Р., Корнаушенкова А.Ю., Кудряшова Е.А.)
2. В процессе исследований изменения удельного электрического сопротивления ρ в зависимости от температуры отжига T_a в сплаве на основе Fe наблюдалось немонотонное снижение ρ с

ростом T_a , что можно связать с протеканием процессов структурной релаксации, а именно релаксации напряжений и гомогенизации аморфной фазы. Для сплавов на основе Со после отжига при невысоких T_a выявлено снижение удельного сопротивления, что так же можно связать с релаксацией внутренних напряжений, однако с увеличением T_a на зависимостях $\rho(T_a)$ наблюдается ряд экстремумов, причиной возникновения которых, возможно, является направленное упорядочение и кластерообразование, характерное для сплавов на основе кобальта. (Доцент Е.А. Шуваева, магистр Ушницкий Я.И.)

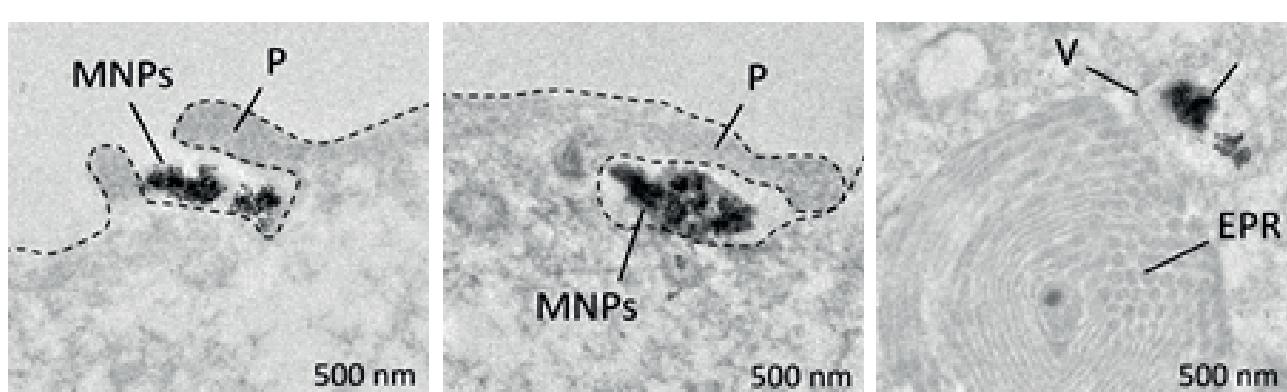
3. Исследовано дистанционное срабатывание гибридных наночастиц (ГНЧ) Fe_3O_4 -Au во вращающемся (1 Гц, 7 мТл), статическом (7 мТл) или импульсном низкочастотном (31 Гц, 175 мТл, 30 с импульс/30 сек пауза) магнитных полях. Установлена возможность контролируемой агрегации ГНЧ в цепочки (вращающееся/статическое магнитное поле) в водном растворе и их дезагрегация при выключении поля. Исследование поглощения наночастиц раковыми клетками LNCaP и PC-3 показало, что ГНЧ Fe_3O_4 -Au избегают эндосом и накапливаются в цитоплазме, при этом значительная их часть реагировала на вращающееся магнитное поле, образуя короткие цепочки. ГНЧ не токсичны для клеток в концентрациях до 210 мкг (Fe_3O_4) мл⁻¹, однако жизнеспособность клеток снижалась после инкубации с ГНЧ (≥ 70 мкг/мл) и воздействия импульсного низкочастотного магнитного поля. Обнаруженный эффект объясняется механически индуцированному разрушению клеток. (Инж. Гаранина А.С, Ефремова М.В, доценты Абакумов М.А, Щетинин И.В, проф. Корчев Ю.Е, А.Г. Савченко и др.)
4. Показана возможность улучшения магнитомягких свойств аморфного сплава $\text{Fe}_{77}\text{Ni}_5\text{Si}_9\text{B}_{13}$ при проведении отжига в продольном магнитном поле малой величины (ТМО). Поле ТМО выбирали равным полю максимальной проницаемости в исходном состоянии. Варьировали температуру отжига и его продолжительность. Проведено сопоставление магнитных свойств после отжига в ненасыщающем магнитном поле и после отжига без поля. Доказано с помощью

рентгеноструктурного анализа, что изменения магнитных свойств не связаны с процессами кристаллизации – состояние сплава оставалось аморфным после всех термических и термомагнитных обработок. (Доцент Введенский В.Ю., аспирант Токмакова Е.Н., магистр Оганесян В.А.)

5. Исследовано влияние длительности механоактивации (МА) с использованием поверхностно-активных веществ (ПАВ) на размер, структуру и магнитные свойства нанокомпозитов (НК) $\text{Nd}_{96}\text{Fe}_{803}\text{Zr}_{37}\text{B}_{64}/\alpha\text{-Fe}$. Установлено, что в МА порошках $\text{Nd}_{96}\text{Fe}_{803}\text{Zr}_{37}\text{B}_{64}$ основными фазами являются интерметаллид $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$, $\alpha\text{-Fe}$ и оксид неодима Nd_2O_3 . По мере увеличения длительности помола до 8 час, количество МТ фазы $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ уменьшается с примерно 94 до 81 %, а содержание ММ фаз $\alpha\text{-Fe}$ и Nd_2O_3 увеличивается. При этом средний размер ОКР (кристаллитов) $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ уменьшается с 12 до 5 нм, а микродеформация увеличивается с 0.27 до 0.48 %. Отработана методика и выполнена оценка нижнего предела для значения удельной намагниченности насыщения σ_N фазы типа $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ в исследованных порошках $\text{Nd}_{96}\text{Fe}_{803}\text{Zr}_{37}\text{B}_{64}$: $\sigma_N = 1080 \pm 2.5 \text{ A}\cdot\text{м}^2/\text{кг}$. Установлено также, что во всех исследованных порошках реализуется обменно-связное состояние с сильной обменной связью между нанозёрнами МТ ($\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$) и ММ ($\alpha\text{-Fe}$) фаз, при этом величина отношения σ_r/σ_{18} больше 0.5 и достигает $\sigma_r/\sigma_{18} = 0.74$ после МА длительностью 1 час. (А.Г. Савченко, Аспирант Семаида А.М.А., доцент Менушенков В.П.)



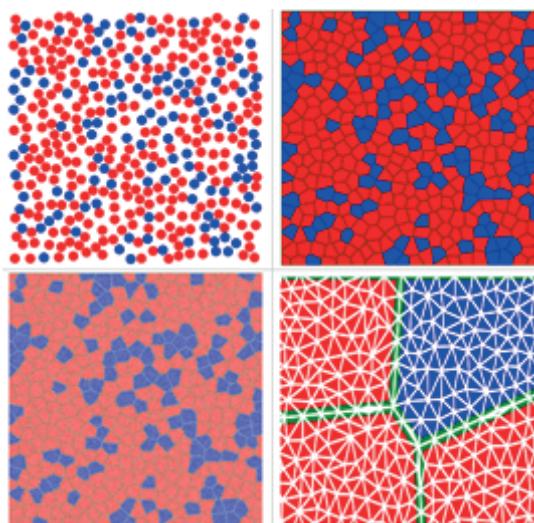
6. Исследованы аморфный лент сплавов Fe-Co-Si-B и Fe-Co-Si-B-P при изохронном отжиге. Показано



зано, что максимум $B_s = 1.9$ Тл в лентах Fe-Co-Si-B наблюдается при температуре отжига $T_a = 150$ °C в течение 30 минут (коэрцитивная сила $H_c = 20$ А/м). Для лент Fe-Co-Si-B-P максимум $B_s = 2.05$ Тл удалось достичь после отжига при $T_a = 100$ °C, 30 мин ($H_c = 20$ А/м). Оба сплава при указанных температурах обработки не охрупчиваются, что имеет важное практическое значение. По результатам дифференциальной сканирующей калориметрии показано, что температура кристаллизации T_x лент Fe-Co-Si-B снижается с 430 до 380 °C при легировании фосфором. Установлено, что добавление фосфора приводит к снижению температуры охрупчивания сплава Fe-Co-Si-B с 350 до 250 °C. (Доцент Могильников П.С., аспирант Колотовкин Н.Ю.)

7. С использованием программного пакета OOMMF на поликристаллических моделях (в суббёренном масштабе) выполнено компьютерное микромагнитное моделирование процессов перемагничивания НК, а также анализ экспериментально полученных кривых намагничивания, параметров петель магнитного гистерезиса, распределений полей перемагничивания dM/dH нанокомпозитов из порошков $(1-x)SrFe_{12}O_{19}/xCo$ с целью определения механизмов их магнитного твердения. Установлено, что при использовании реальных физических значений подгоночных параметров моделей (основные магнитные

характеристики МТ и ММ фаз, морфологические характеристики структуры) экспериментальные и расчётные кривые намагничивания и петли гистерезиса хорошо согласуются между собой. Показано, что предложенная в работе численная модель может служить эффективным инструментом, позволяющим существенно ускорить (за счёт сокращения необходимого количества дорогостоящих, трудо- и энергоёмких экспериментов) процесс разработки нового поколения НК МТМ с высокими гистерезисными характеристиками. (А.Г. Савченко, асп. Семаида А.М.А., доцент Менушенков В.П.)



Основные публикации

1. Belyaev I., Stepnov A., Mogil'nikov P., Kireev A. – Effect of Heat Treatment Temperature on Dilatometric and Densimetric Characteristics of Plasma-Sprayed Al_2O_3 // Ceramics Inorganic Materials. – 2022. – Vol. 58.
2. Dubinskiy S., Baranova A., Vvedenskiy V., Minkova I., Prokoshkin S., Markova G., Brailovski V. – A Non-typical Elinvar Effect on Cooling of a Beta Ti-Nb-Zr Alloy // Materials Letters. – 2022. – V. 314. – P. 131870. DOI: 10.1016/j.matlet.2022.131870.
3. Garanina A.S., Efremova M.V., Machulkin A.E., Lyubin E.V., Vorobyeva N.S., Zhironkina O.A., Strelkova O.S., Kireev I.I., Alieva I.B., Uzbekov R.E., Agafonov V.N., Shchetinin I.V., Fedyanin A.A., Erofeev A.S., Gorelkin P.V., Korchev Y.E., Savchenko A.G., Abakumov M.A. – Bifunctional Magnetite-Gold Nanoparticles for Magneto-Mechanical Actuation and Cancer Cell Destruction // Magnetochemistry 2022, 8, 185 (18 pp.). <https://doi.org/10.3390/magnetochemistry8120185>
4. Лилеев А.С. – Влияние магнитостатического взаимодействия между микрообъемами на формирование доменной структуры и процессы перемагничивания в сплаве $Sm(Co,Fe,Cu,Zr)_{75}$ // Известия РАН. Серия физическая. – 2022. – Т. 86(5). – С. 700–704. DOI: 10.31857/S0367676522050167.
5. Naumenko V.A., Vishnevskiy D.A., Stepanenko A.A., Sosnovtseva A.O., Chernysheva A.A., Abakumova T.O., Valikhov M.P., Lipatova A.V., Abakumov M.A., Chekhonin V.P. – In Vivo Tracking for Oncolytic Adenovirus Interactions with Liver Cells // (2022) 1–19.
6. Nikitin A.A., Ivanova A.V., Semkina A.S., Lazareva P.A., Abakumov M.A. – Magneto-Mechanical Approach in Biomedicine: Benefits, Challenges, and Future Perspectives // International Journal of Molecular Science. – 2022, 23, 11134 (25 pp.). doi.org/ 10.3390/ijms231911134

Патенты:

Патент № 2787203 Российская Федерация, МПК C10G 49/00 (2006.01), C01G 51/00 (2006.01), B82B 3/00 (2006.01), B82Y 40/00 (2011.01). Способ полу-

чения наночастиц феррита кобальта: №2022123700 заявл. 06.09.2022. опубл. 29.12.2022 Бюл. №1 / Иванова А.В., Абакумов М.А. – 9 с.

Пособия:

Малютина Е.С. – Фазовые равновесия и структурообразование. Диаграмма фазового равновесия Fe-C:

Сборник задач // М.: Издательский дом «МИСИС», 2022. – 77 с.

Организация конференции

В период с 27 по 30 сентября 2022 г. в г. Сузdal под председательством проф. Лилеева А.С. прошла XXIII Международная конференция по постоянным магнитам. В конференции приняли участие представители сильнейших научных школ РФ: НИТУ МИСИС, НИУ «МЭИ», МГУ, ТвГУ, УрФУ, УрО РАН, ИМЕТ РАН, УГАТУ, ЮРГПУ (НПИ), ЦНИИ КМ «Прометей» и др. На конфе-

ренцию прибыли делегации и отдельные представители 20 предприятий, в том числе от ООО «Русатом МеталлТех» г. Москва, Группы Компаний АМТ&С г. Москва, ООО «ПОЗ-Прогресс» г. Верхняя Пышма, НПО «ЭРГА» г. Калуга, АО «НПП «ФАЗА» г. Ростов-на-Дону, АО «Завод «Фиолент» г. Симферополь, ОАО «ПЕЛЕНГ» г. Минск, АО «Спецмагнит» г. Москва.

Участие в конференциях

1. Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов – 2022», МГУ им. М.В. Ломоносова, 11-22 апреля 2022 г.;
2. IX Всероссийская научная школа-конференция «Химия, физика, биология: пути интеграции», Москва ФИЦ ХФ РАН, 20-22 апреля 2022 г.;
3. Современные тенденции развития функциональных материалов. г. Сочи, Федеральная территория «Сириус», 16-18 ноября 2022 г.;
4. Бернштейновские чтения по термомеханической обработке металлических материалов. Научно-технический семинар. Москва, 2022 г.;
5. Уральская школа-семинар металловедов – молодых ученых, Екатеринбург, 2022.
6. 3-я Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы и направления развития металловедения и термической обработки металлов и сплавов», посвященная памяти академика А.А. Байкова, Курск, 2022г.;
7. I Международная научная конференция аспирантов и молодых ученых «Железная дорога: путь в будущее», Москва, 2022 г.;
8. Конференция Российского нейрохимического общества, Санкт-Петербург, 2022 г.

Достижения студентов и аспирантов кафедры

В 2022 году 17 студентов и аспирантов кафедры физического материаловедения являлись победителями грантовых и стипендиальных программ сторонних организаций, в частности:

- 4 студентам (Ю.А. Барановой, В.В. Ода, Т.А. Маракуца, П.И. Николенко) и 2 аспирантам (Е.Н. Ток-маковой, А.С. Фортуне) назначались стипендии Президента Российской Федерации;
- 10 студентам (Ю.А. Барановой, А.Р. Гилимьяновой, А.Д. Ковалеву, А.Ю. Корнаушенковой,

П.И. Михайловой, Т.А. Морозовой, С.В. Плегуновой, К.Д. Хромушкину, Д.Р. Чистяковой, А.П. Яковлеву,) и 2 аспирантам (Р.В. Тимошенко, К.А. Федотову) – стипендии Правительства Российской Федерации;

- студентка магистратуры Маракуца Татьяна Алексеевна являлась получателем гранта «Студенческий стартап» на 1 000 000 руб. от Фонда содействия инновациям.

Уникальное оборудование

Количество единиц уникального оборудования – более 30, в том числе:

- Дифрактометр Rigaku SmartLab, Rigaku;
- Рентгеновский дифрактометр Rigaku Ultima IV;
- Дифференциальный сканирующий калориметр (ТГА/ДСК анализатор) Netzsch STA 449 F3;

- Рентгенофлуоресцентный спектрометр последовательного действия Primus II, Rigaku;
- Измерительный комплекс PPMS-9 + EverCool-II Cryogen-Free;
- Мёссбауэрский спектрометр MC1104Ем с высокотемпературной приставкой;
- Вибромагнитометр VSM-250 фирмы LDJ, Китай;

- Гистерезисграф АМТ-4, Китай;
- Оптические металлографические микроскопы;
- Высокоэнергетическая шаровая планетарная мельница Retsch PM 400;
- Высокоэнергетические мельницы «Активатор-2S»;
- Вакуумные печи сопротивления ВС-3-16 и ВС-4-10,5 .



Контактная информация

Савченко Александр Григорьевич, заведующий кафедрой

+7 (495) 955 01 33

algsav@gmail.com; savchenko@misis.ru



КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ



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

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

Основные научные направления деятельности кафедры

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

Информационно-аналитические системы в материаловедении и новые подходы к созданию материалов (зав. кафедрой А.И. Салимон, e-mail: salimon.ai@misis.ru.).

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

Химические накопители энергии и суперконденсаторы (доц. И.С. Кречетов, e-mail: krechetov@misis.ru, доц. Т.Л. Лепкова e-mail: lepkova.tl@misis.ru, доц. А.О. Родин e-mail: rodin.ao@misis.ru.).

Активно развиваются методы создания новых углеродных материалов для электродов суперконденсаторов, в том числе их природного сырья, а также их термической и термохимической модификации. Акцент сделан на развитие поверхности, обеспечивающее оптимальное соотношение площади поверхности и размера пор, а также химии поверхности под различные типы электролитов. Разрабатываются новые композиции для органических электролитов, с целью расширения области температурного диапазона работы электролита. Получены композиции и отработаны лабораторные технологии получения токопроводящих углеродных пленок, используемых в качестве токосъемов. 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 высоконеорийных сплавах, в таких системах не происходит, а коэффициенты диффузии близки к коэффициентам диффузии в бинарных системах и даже выше.

Изучаются вопросы диффузионного фазообразования в металлических системах Cu-Sn, Cu-Sn(Pb), Cu-Zn, а также при процессах азотирования и цементации сталей и никелевых сплавов.

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. В 2022 году основной рассматриваемый вопрос – состояние стали непосредственно после закалки. Построена эмпирическая модель описания, базирующаяся на описании структурных составляющих стали, и детализированная описание состояния каждой структуры.

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

Проводятся исследования процессов на поверхностях раздела и развиваются методы изучения поверхностных явлений при высоких температурах в металлических системах, а именно:

- проводятся измерения изотерм и политерм поверхностной энергии в двухкомпонентных системах, изучение фазовых переходов на поверхностях.
- проводятся измерения скорости диффузионной ползучести металлических поликристаллических систем на основе серебра, меди, никеля, изучается влияние поверхностных фазовых переходов на диффузионную ползучесть. Развиваются работы по экспериментальным измерениям поверхностной и зернограницной 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.

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. Значительным потенциалом применения для систем обработки информации обладают системы

квантовых точек (КТ). С помощью компьютерного моделирования и расчетов из первых принципов определяются параметры низкоразмерных систем: резонансные частоты, энергетические спектры и волновые функции, возможность управлять состоянием и свойствами с помощью внешних электрического и магнитного полей.

Мы рассматриваем как результаты квантового обобщения методов машинного обучения, так и существующие экспериментальные реализации квантовых нейронных сетей (QNN), так же известные как адиабатические квантовые компьютеры, созданные на кубитах магнитного потока или оптического устройства. Так же рассматриваем прогресс искусственного интеллекта, связанный с развитием методов глубокого обучения и их квантовых обобщений, связанных с извлечением признаков в гильбертовых пространствах.

Проведен анализ использования вейвлет-преобразования в моделях квантовой теории поля, записанных в координатах светового конуса. Мы обобщаем понятие непрерывного каузального пути на последовательности причинно-упорядоченных областей пространства-времени и представляем правила вычисления фейнмановских интегралов по путям по таким последовательностям в терминах вейвлет-преобразования. И интегралы по траекториям, и вейвлет-преобразование в нашей модели симметричны относительно переменных светового конуса ($x+, x-$). Определение пространственно-временного события в нашем обобщении очень похоже на определение события в теории вероятностей.

Получение, свойства коллоидных растворов металлов и их оксидов.

Разработка новых материалов на основе нанодисперсных систем и технологий. (доц. Г.Ф. Фролов, e-mail: georgifrolov@yandex.ru)

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

Разрабатывается технология получения стоматологических малоусадочных композитных и стеклоиномерных материалов с длительным биоцидным эффектом в отношении микрофлоры зубного налета на основе нанодисперсных систем металлов и их оксидов. Усовершенствуются высокоеффективные нетоксичные водные композиции на основе нанодисперсных соединений металлов и их оксидов с вируцидно – 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 специальные композиции для защиты от СВЧ-излучения.

Разрабатываются совместно с НПО «Неорганика» лабораторная методика и технология получения высокоэффективного (свыше 95%) низкотемпературного катализатора окисления угарного газа с пониженным содержанием металлов платиновой группы.

Разрабатывается методика повышения электрической емкости и снижения электрического сопротивления углеродсодержащих электродов, используемых в суперконденсаторах, аккумуляторах и электролизерах.

Разрабатываются методики повышения всхожести и роста молодых побегов культурных растений.

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.

Наиболее крупные проекты

В 2022 году были выполнены работы по следующим проектам:

- «Интеллектуальные металл/полимерные структуры биомедицинского назначения» (грант № К2-2020-020) (руководитель Ю. Эккерт, исполнитель со стороны МИСИС Ф. Сенатов);
- РФФИ № 20-03-00387 «Исследование фазовой стабильности и диффузионных параметров многокомпонентных сплавов на основе тугоплавких металлов» (рук. Бокштейн Б.С.);

Основные публикации

1. E.S. Statnik, A.I. Salimon, Y.E. Gorshkova, N.S. Kaladzinskaya, L.V. Markova, A.M. Korsunsky, Analysis of Stress Relaxation in Bulk and Porous Ultra-High Molecular Weight Polyethylene (UHMWPE) // Polymers 14 (24), 5374, <https://doi.org/10.3390/polym14245374>, Q1;
2. A.I. Salimon, E.S. Statnik, Yu. Kan, O.O. Yanushevich, V.N. Tsarev, M.S. Podporin, S.D. Arutyunov, P.Yu. Skripnichenko, M.S. Galstyan, A.M. Korsunsky, Comparative study of biomaterial surface modification due to subcritical CO₂ and autoclave disinfection treatments // The Journal of Supercritical Fluids 191, 105789, <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2022.105789>, Q1;
3. E.S. Statnik, P.A. Somov, D.D. Zherebtsov, D.L. Saprykin, L.G. Saprykin, V.V. Chernovolov, N.A. Polozov, A.I. Salimon, Micro-scale residual stress and deformation analysis in bimetal bronze-stainless steel samples produced by laser powder bed fusion technology // Materials Science and Engineering: A 858, 144110, <https://doi.org/10.1016/j.msea.2022.144110>, Q1;

4. P. Aggrey, I.A. Salimon, A.I. Salimon, P. Somov, E. Statnik, D. Zhrebtssov, A.M. Korsunsky, Tunable broadband absorption in continuous and porous textured Si/C bilayers: A comparative study // Optical Materials 133, 113048, <https://doi.org/10.1016/j.optmat.2022.113048>, Q1;
5. S.D. Ignatyev, E.S. Statnik, D.Y. Ozherelkov, D.D. Zhrebtssov, A.I. Salimon, D.I. Chukov, V.V. Tcherdyntsev, A. A. Stepashkin, A. M. Korsunsky, Fracture Toughness of Moldable Low-Temperature Carbonized Elastomer-Based Composites Filled with Shungite and Short Carbon Fibers // Polymers 14 (9), 1793, <https://doi.org/10.3390/polym14091793>, Q1;
6. P.A. Somov, E.S. Statnik, Y. Kan, V.S. Pisarev, S.I. Eleonsky, D.Y. Ozherelkov, A.I. Salimon, FIB-DIC Residual Stress Evaluation in Shot Peened VT6 Alloy Validated by X-ray Diffraction and Laser Speckle Interferometry // Nanomaterials 12 (7), 1235, <https://doi.org/10.3390/nano12071235>, Q1;
7. Y. Kan, J.V. Bondareva, E.S. Statnik, J. Cvjetinovic, S. Lipovskikh, A.S. Abdurashitov, M.A. Kirsanova, G.B. Sukhorukhov, S.A. Evlashin, A.I. Salimon, A.M. Korsunsky, Effect of Graphene Oxide and Nanosilica Modifications on Electrospun Core-Shell PVA-PEG-SiO₂@PVA-GO Fiber Mats // Nanomaterials 12 (6), 998, <https://doi.org/10.3390/nano12060998>, Q1;
8. J. Cvjetinovic, A.A. Merdalimova, M.A. Kirsanova, P.A. Somov, D.V. Nozdriukhin, A.I. Salimon, A.M. Korsunsky, D.A. Gorin, A SERS platform based on diatomite modified by gold nanoparticles using a combination of layer-by-layer assembly and a freezing-induced loading method // Physical Chemistry Chemical Physics 24 (15), 8901-8912, <https://doi.org/10.1039/D2CP00647B>, Q1;
9. Н.К. Тхач, И.С. Кречетов, В.В. Берестов, Т.Л. Лепкова, С.В. Стаханова. Оптимизация температуры карбонизации при получении активированного угля на основе отходов хлопкового пуха, для использования в качестве материала электродов суперконденсатора. "Optimizing the carbonization temperature in the fabrication of waste cotton based activated carbon used as electrode material for supercapacitor" Nanosystems: Phys. Chem. Math., 2022, 13 (5), 565–573;
10. Ахмедзянов М.В., Овсепян С.В., Родин А.О., Ломберг Б.С., Растворгueva О.И. КИНЕТИКА ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО АЗОТИРОВАНИЯ И СВОЙСТВА СПЛАВА СИСТЕМЫ NI – CO – CR – W – Ti. Металловедение и термическая обработка металлов. 2022, № 4 (802). С. 45-49. Akhmedzyanov, M.V., Ovsepyan, S.V., Rodin, A.O., Lomberg, B.S., Rastorgueva, O.I. Kinetics of Austenitic Nitriding and Properties of Ni – Co – Cr – W – Ti Alloy. Metal Science and Heat Treatment, 2022, 64(3-4), pp. 231–235.

Патент

Астахов М.В., Галимзянов Р.Р., Кочетов И.И., Кречетов И.С., Кругликов С.С., Лепкова Т.Л., Стаханова С.В., Табаров Ф.С./ Электролит для двухслойного элек-

трохимического конденсатора и способ его приготовления // Патент на изобретение 2782246 С1, 25.10.2022. Заявка № 2022105901 от 05.03.2022.

Контактная информация
Салимон Алексей Игоревич
+7 495 236-87-38
a.salimon@misis.ru
119049, Москва, Ленинский проспект, д. 6, стр. 7, А-234



КАФЕДРА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОСИСТЕМ И ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ МАТЕРИАЛОВ



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

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

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

120 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 г.

- высокотемпературные материалы (сверхтвердые материалы на основе алмаза и карбида бора, оксидная керамика, высокотемпературные термоэлектрики, наноструктурные микросферы, углеродные композиты, жаростойкие покрытия);
- технологии возобновляемой энергетики, безкремниевая солнечная энергетика, кавитационный рециклинг промышленных отходов (шламы, шлаки, пыли);
- дисперсные системы из наночастиц, нановолокон, квантовых точек, порошков металлов и керамики, полимеров и композитов, коллоиды, эмульсии, суспензии, мицелярные системы;
- функциональные наноструктурные покрытия различных типов (износостойкие, жаростойкие, с новыми электрофизическими свойствами и другие), полученные газофазными методами, методами осаждения- конденсации, жидкофазными и золь-гель технологиями;

- биоаналитические системы на основе наночастиц полупроводников и благородных металлов, для повышения продолжительности и качества жизни.

В 2022 году повышенное внимание уделялось развитию новых научных направлений. В частности, активно развивались исследования, связанные с вопросами рециклинга металлургических отходов – шлаков, шламов, пылей. Большое внимание уделялось технологиям снижения выбросов углекислого газа промышленными предприятиями. Разрабатывались новые биоаналитические системы на основе углеродных квантовых точек для использования в экологическом мониторинге. Получили развитие работы, связанные с синтезом и исследованиям свойств двумерных “постграфеновых” наноматериалов – максенов (MXenes) и углеродных вертикально ориентированных нанотрубок.

Основные научные направления деятельности кафедры

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

Кадровый потенциал подразделения

Коллектив кафедры состоит из 7 профессоров, 4 доцентов, 5 ассистентов, 4 научных сотрудников, 24 инженеров и 24 аспирантов.

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

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

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ

Были продолжены работы проекту «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», выполняемого в рамках постановления № 218 совместно с ПАО «Северсталь».

Выполнен ряд хоздоговорных работ, связанных с разработкой технологий использования промышленных отходов : «Разработка энергоэффективной

технологии производства легких пористых заполнителей для бетонов с использованием огненno-жидких шлаков доменного производства ПАО «Северсталь», «Разработка основ производства новых видов продукции по технологии синтетического каменного литья (СКЛ) на основе жидкого доменного шлака»; «Разработка технологии производства комплексного Ca-Si-Al ферросплава из огненno-жидкого доменного шлака ПАО «Северсталь», «Разработка технологии получения высокоэф-фективных комплексных минеральных удобрений на основе побочных продуктов производства ПАО «Северсталь».

Основные публикации

1. Bazhin, P., Antipov, M., Konstantinov, A., & Khomenko, N. (2022). In-situ study of the process of self-propagating high-temperature synthesis of titanium carbide with a nichrome binder. *Materials Letters*, 308, 131086. (Q1, IF = 3.574);
2. Demirov, A. P., Blinkov, I. V., Sergevnn, V. S., Volkhonskii, A. O., Chernogor, A. V., & Shchetinin, I. V. (2022). Thermal stability and electrochemical behavior of nanostructured Ti-Al (~1%(at.))-Mo-N coatings deposited using the Arc-PVD method. *Journal of Alloys and Compounds*, 929, 167269. (Q1, IF = 6.371);
3. Efimov, M. N., Vasilev, A. A., Muratov, D. G., Dzidziguri, E. L., Sheverdiyev, K. A., & Karpacheva, G. P. (2022). Conversion of polyethylene terephthalate waste in the presence of cobalt compound into highly-porous metal-carbon nanocomposite (c-PET-Co). *Composites Communications*, 33, 101200. (Q1, IF = 7.685);
4. Vasyukova, I. A., Zakharova, O. V., Kuznetsov, D. V., & Gusev, A. A. (2022). Synthesis, toxicity assessment, environmental and biomedical applications of MXenes: A review. *Nanomaterials*, 12(11), 1797. (Q1, IF = 5.719);
5. Golovin, Y. I., Gusev, A. A., Golovin, D. Y., Matveev, S. M., & Vasyukova, I. A. (2022). Multiscale Mechanical Performance of Wood: From Nano-to Macro- Scale across Structure Hierarchy and Size Effects. *Nanomaterials*, 12(7), 1139. (Q1, IF = 5.719);
6. LHCb Collaboration. Karpenkov D. (2022). First Measurement of the $Z \rightarrow \mu^+ \mu^-$ Angular Coefficients in the Forward Region of pp Collisions at $s = 13$ TeV. *Physical Review Letters*, 129(9), 091801. (Q1, IF = 9.185);
7. Komlev, A. S., Karpenkov, D. Y., Gimayev, R. R., Chirkova, A., Akiyama, A., Miyanaga, T., ... & Perov, N. S. (2022). Correlation between magnetic and crystal structural sublattices in palladium-doped FeRh alloys: Analysis of the metamagnetic phase transition driving forces. *Journal of Alloys and Compounds*, 898, 163092. (Q1, IF = 6.371);
8. Liu, W., Bykov, E., Taskaev, S., Bogush, M., Khovaylo, V., Fortunato, N., ... & Gutfleisch, O. (2022). A study on rare-earth Laves phases for magnetocaloric liquefaction of hydrogen. *Applied Materials Today*, 29, 101624. (Q1, IF = 8.663);
9. Karunakaran, G., Cho, E. B., Kumar, G. S., Kolesnikov, E., Sudha, K. G., Mariyappan, K., ... & Choi, S. S. (2022). Citric Acid-Mediated Microwave-Hydrothermal Synthesis of Mesoporous F-Doped HA Nanorods from Bio-Waste for Biocidal Implant Applications. *Nanomaterials*, 12(3), 315. (Q1, IF = 5.719);

10. Burmistrov, I., Khanna, R., Gorshkov, N., Kiselev, N., Artyukhov, D., Boychenko, E., ... & Kuznetsov, D. (2022). Advances in Thermo-Electrochemical (TEC)

Cell Performances for Harvesting Low-Grade Heat Energy: A Review. *Sustainability*, 14(15), 9483. (Q1, IF = 3.889).

Контактная информация

Кузнецов Денис Валерьевич, заведующий кафедрой

+7 (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 проведение фундаментальных научных исследований, связанных с развитием научного направления, нацеленного на разработку новых наноразмерных и наноструктурированных магнитных материалов на основе магнитотвердых фаз, в том числе функционализированных, и лабораторных технологий их получения, для применения в высокотехнологичных секторах экономики, включая биомедицину, аэрокосмический комплекс, микро- и наноэлектронику.

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

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

Кадровый потенциал подразделения

В работе лаборатории участвуют 2 ведущих научных сотрудника: д.ф.-м.н. Попов М.Ю., д.ф.-м.н., в.н.с. Ховайло В.В. В лаборатории работают 2 старших научных сотрудника, 1 научный сотрудник, 5 младших

научных сотрудников и 1 инженер-исследователь. Количество докторов наук – 2, кандидатов наук – 6. Доля молодых научных сотрудников составляет 70 %.

Важнейшие научно-технические достижения подразделения

В рамках выполнения государственного задания по теме «Многофункциональные магнитные наноразмерные и наноструктурированные материалы для использования в высокотехнологичных отраслях экономики» отработаны режимы получения магнитов на основе гексагональных ферритов с использованием MIM-технологии. Получены образцы «зеленых» заготовок в виде параллелепипедов, подобраны режимы спекания (рисунок 1, таблица 1). Спеченые образцы по данным рентгеновской дефектоскопии являлись однородными и не со-

держали трещин, расслоений и крупных дефектов. Плотность спеченных магнитов составила 5,0 – 5,1 г/см³. Результаты измерения магнитных свойств, полученных образцов показали удовлетворительный уровень гистерезисных свойств и хорошую воспроизводимость. Дальнейшие исследования будут связаны с оптимизацией параметров получения магнитов с использованием MIM-технологии и выбором способа текстурирования порошка в процессе заливки в пресс-форму.

Таблица 1 – Магнитные свойства образцов $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$, полученных MIM-технологией

№ образца	H_c , кА/м (Э)	σ_r , Ам ² /кг	σ_s , Ам ² /кг
1	287,5 (3 613)	31,2	60,2
2	284,2 (3 572)	30,7	59,8
3	283,5 (3 563)	32,4	63,5

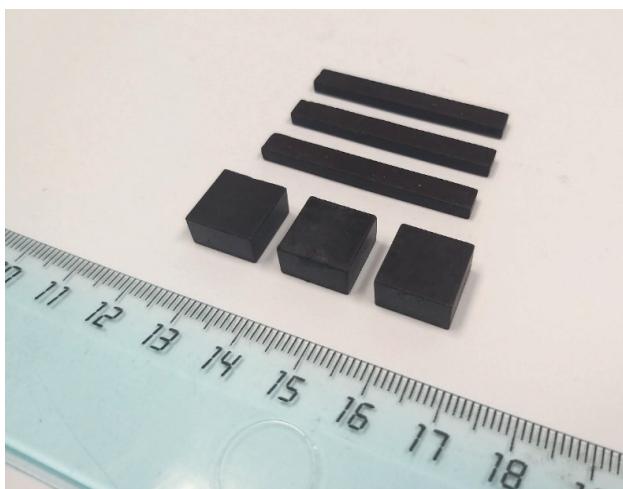


Рисунок А – «Зеленые» заготовки в виде прямоугольных параллелепипедов

Цитратным методом с последующим отжигом при 1200°C получены соединения $\text{SrFe}_{12-x}\text{In}_x\text{O}_{19}$ и определен предел растворения In. Показано, что при увеличении степени замещения железа индием от $x = 0,5$ до $x = 1,7$ коэрцитивная сила образцов сильно снижается от 188,9 кА/м до 22,3 кА/м, что позволяет использовать данные материалы для гипертермии. Образец $\text{SrFe}_{12-x}\text{In}_x\text{O}_{19}$ с $x = 1,7$ во внешнем высокочастотном магнитном поле испытывал сильный разогрев. Наилучшие результаты магнитной гипертермии образца наблюдались при напряженности поля 19,94 кА/м и частоте 261 кГц (при высокой концентрации образца (56,67 г/л) нагрев с 23 до 41 °C был достигнут за 2 минуты) (рис. В).

Проведены исследования влияния состава магнитного ядра на свойства, цитотоксичность магнитоэлектрических нанокомпозитов состава $\text{Co}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4 - \text{BaTiO}_3$, где $x = 0; 0,5; 1$. С этой целью был разработан новый сольвотермический метод синтеза наночастиц. Наличие межфазных контактов между магнитной и сегнетоэлектрической фазами подтверж-

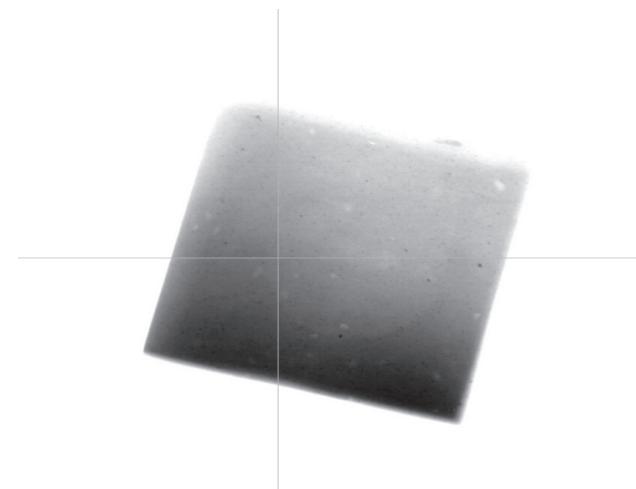


Рисунок Б – Рентгеновское изображение образца после спекания

дено исследованиями методом просвечивающей микроскопии высокого разрешения. Цитотоксические исследования на линии раковых клеток СТ-26 показали, что все образцы нетоксичны в диапазоне концентраций 25–400 мкг/мл. Полученные нанокомпозиты обладают низкой цитотоксичностью и могут найти широкое применение в биомедицине.

По результатам опубликовано 8 статей в журналах Q1/Q2, из них наиболее важные:

1. Larissa V. Panina et al. Spatial Manipulation of Particles and Cells at Micro- and Nanoscale via Magnetic Forces. *Cells* 2022, 11(6), 950;
2. Polina I. Nikolenko et al. Structure and Magnetic Properties of $\text{SrFe}_{12-x}\text{In}_x\text{O}_9$ Compounds for Magnetic Hyperthermia Applications. *Materials* 2023, 16(1), 347;
3. Timur R. Nizamov et al. Study of Cytotoxicity and Internalization of Redox-Responsive Iron Oxide Nanoparticles on PC-3 and 4T1 Cancer Cell Lines. *Pharmaceutics* 2023, 15(1), 127.

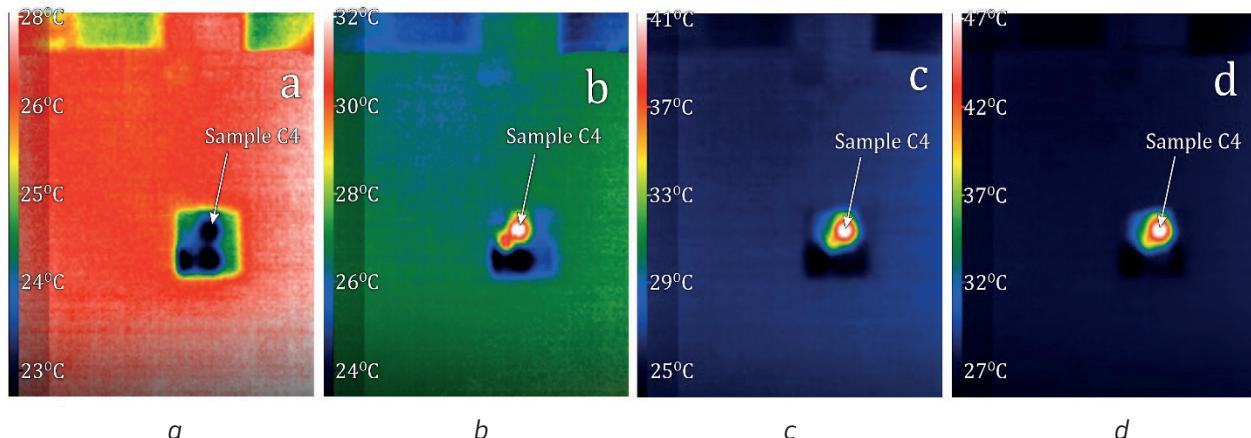


Рисунок В – Изменение температуры образца $\text{SrFe}_{10,3}\text{In}_{1,7}\text{O}_{19}$ (С4) как функция времени:
а – 0 мин; б – 1 мин; в – 2 мин; г – 3 мин.

Награды и достижения

Инженер-исследователь лаборатории ММН Николенко П.И. получила диплом за лучший доклад среди молодых ученых на заседаниях секции «Физика магнитных явлений, процессы перемагничивания и структура сплавов для постоянных магнитов» в рамках XXIII Международной конференции по постоянным магнитам, победила в 5-м сезоне Всерос-

сийской олимпиады студентов «Я – профессионал» по направлению «Материаловедение и технологии материалов» и стала финалисткой VII Всероссийского конкурса научно-исследовательских работ студентов и аспирантов, представила свою работу в рамках VII Всероссийского молодежного форума «Наука будущего – наука молодых».

Контактная информация

Щетинин Игорь Викторович, заведующий лабораторией

+7 (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.

35 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 г.

Основные научные направления деятельности лаборатории

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

Кадровый потенциал подразделения

В лаборатории Физики оксидных сегнетоэлектриков работают: 16 научных сотрудников, из них 6 кандидатов наук; 1 ведущий инженер научного проекта

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

Важнейшие научно-технические достижения подразделения

- Представлены результаты исследований аморфных кремний-углеродных пленок, нанесенных на подложки платинированного кремния и содержащих наноразмерные включения ниобата лития в качестве сегнетоэлектрических кластеров и метгласса в качестве магнитных кластеров.

Объединение пьезоэлектрических свойств $LiNbO_3$ и метгласса в едином материале позволило получить ненулевой магнитоэлектрический отклик в таких композитах;

- Исследовано влияние материала электродов и восстановительного отжига на результаты измерения электрофизических характеристик ниобата лития, а также оценена возможность модификации поверхности материала. Установлено, что рост фрактальной емкости с увеличением времени отжига связан с тем, что с увеличением концентрации подвижных носителей заряда (поляронов) возрастает заполняемость электронных состояний на границе раздела «образец – контакт»;
 - С использованием методов диэлектрической спектроскопии и сканирующей зондовой микроскопии проведены исследования свойств с-ориентированных тонких пленок $\text{Sr}_{0.5}\text{Ba}_{0.5}\text{Nb}_2\text{O}_6$ (SBN-50), выращенных на подложке Si (100, р-тип) с предварительно осажденным слоем $\text{Ba}_{0.2}\text{Sr}_{0.8}\text{TiO}_3$ (BST-20). Показано, что пленки SBN-50 толщиной характеризуются низкой шероховатостью поверхности (менее 6 нм), средним размером сегнетоэлектрических доменов ~ 93 нм и самопроизвольной поляризацией, направленной от поверхности пленки к подложке, и обуславливающей состояние гетероструктуры с низкой емкостью;
 - Экспериментально установлено, что легирование кристаллов ортovanадата кальция (CVO) примесями туния и марганца практически не влияет на диэлектрические характеристики кристалла в широком диапазоне частот. Нелегированные
- образцы обладают однополярностью, которая проявляется в асимметрии локальных петель пьезоэлектрического гистерезиса. Наличие примесей в объеме кристалла снижает величину локального пьезоэлектрического отклика. Данные пироэлектрических измерений позволяют нам заключить, что чистые кристаллы CVO имеют неоднородное распределение пироэлектрического коэффициента (поляризации) по толщине. Снижение пироэлектрического коэффициента в поверхностных слоях обусловлено наличием «клиновидных» доменов с противоположным направлением спонтанной поляризации;
- Детально исследованы рипплы, возникающие на поверхности ниобата лития при облучении кластерными ионами. Показан их рост до высоты 350 нм и длины волны 1.4 мкм. С увеличением флюенса наклон переднего склона выступов приближался к перпендикуляру к направлению падения ионов, а задний склон ориентировался вдоль пучка. Обнаружено бимодальное распределение рипплов по длинам волн, особенно заметное при небольших флюенсах, и не наблюдавшееся ранее на других материалах. Определены коэффициенты распыления ниобата лития кластерными ионами при углах падения 0° и 55° от нормали к поверхности. По данным микроскопии пьезоотклика поверхности ниобата лития, покрытые рипплами, сохранили пьезоэлектрические свойства практически без изменений.

Подготовка специалистов высшей квалификации

Касимова Валентина Маратовна – «Оптические свойства и дефектообразование в кристаллах $\text{Gd}_3\text{Al}_x\text{Ga}_{5-x}\text{O}_{12}$ и $\text{Gd}_3\text{Al}_2\text{Ga}_3\text{O}_{12}:\text{Ce}$ ». Дата защиты: 22.12.2022 г. Специальность: 13.8 – Физика конденсированного состояния. (Научный руководитель – Козлова Н.С.)

Кубасов Илья Викторович – «Закономерности формирования доменной структуры в монокристаллических пластинах ниобата лития при сегне-

тоэлектрическом фазовом переходе». Дата защиты: 30.09.2022 г. Специальность: 13.8 – Физика конденсированного состояния. (Научный руководитель – Малинович М.Д.).

Премии и награды за научно-инновационные достижения: Ильина Татьяна Сергеевна – победитель конкурса «Аспирант года» НИТУ МИСИС 2022. (Научный руководитель – Киселев Д.А.).

Основные публикации

1. A. V. Turutin, E.A. Skryleva, I. V. Kubasov, F.O. Milovich, A.A. Temirov, K. V. Raketov, A.M. Kislyuk, R.N. Zhukov, B.R. Senatulin, V. V. Kuts, M.D. Malinkovich, Y.N. Parkhomenko, N.A. Sobolev, *Magnetoelectric MEMS Magnetic Field Sensor Based on a Laminated Heterostructure of Bidomain Lithium Niobate and Metglas* // *Materials*. 16 (2023) 484, <https://doi.org/10.3390/ma16020484>;
2. G. Suchanek, E. Artiukh, N.A. Sobolev, E. Telesh, N. Kalanda, D.A. Kiselev, T.S. Ilina, G. Gerlach, *Strontium Ferromolybdate-Based Magnetic Tunnel Junctions* // *Appl. Sci.* 12 (2022) 2717, <https://doi.org/10.3390/app12052717>;
3. I.A. Salimon, A. V. Averchenko, S.A. Lipovskikh, E.A. Skryleva, A. V. Novikov, P.G. Lagoudakis, S. Mailis // *UV laser-induced nanostructured porous oxide in GaAs crystals*, *Solid State Sci.*

- 128 (2022) 106887, <https://doi.org/10.1016/j.solidstatesciences.2022.106887>;
4. N. Kalanda, M. Yarmolich, A. Burko, A. Temirov, A. Kislyuk, S. Demyanov, K. Lenz, J. Lindner, D.-H. Kim, Superparamagnetism and ferrimagnetism in the $\text{Sr}_2\text{FeMoO}_6-\delta$ nanoscale powder // Ceram. Int. 48 (2022) 23931–23937, <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2022.05.066>;
 5. A. Kotelnikova, T. Zubar, T. Vershinina, M. Panasyuk, O. Kanafyev, V. Fedkin, I. Kubasov, A. Turutin, S. Trukhanov, D. Tishkevich, V. Fedosyuk, A. Trukhanov, The influence of saccharin adsorption on NiFe alloy film growth mechanisms during electrodeposition // RSC Adv. 12 (2022) 35722–35729, <https://doi.org/10.1039/D2RA07118E>;
 6. D.A. Kiselev, A.V. Pavlenko, S.P. Zinchenko, Ferroelectric properties of heterostructure $\text{Sr}_{0.5}\text{Ba}_{0.5}\text{Nb}_2\text{O}_6/\text{Ba}_{0.2}\text{Sr}_{0.8}\text{TiO}_3/\text{Si}(001)$ // Tech. Phys. Lett. 48 (2022) 14–17, <https://doi.org/10.21883/TPL.2022.0352874.18993>;
 7. V. V. Privezentsev, V.S. Kulikauskas, V. V. Zatekin, D.A. Kiselev, M.I. Voronova, Study of Memristors Based on Silicon-Oxide Films Implanted with Zinc // J. Surf. Investig. X-Ray, Synchrotron Neutron Tech. 16 (2022) 402–407, <https://doi.org/10.1134/S1027451022030314>;
 8. A.D. Tsilikh, A. V. Solnyshkin, O.N. Sergeeva, L.I. Ivleva, E.E. Dunaeva, I.S. Voronina, D.A. Kiselev, A.M. Kislyuk, T.S. Ilina, The polar properties of calcium orthovanadate crystals doped with manganese and thulium ions // Ferroelectrics. 591 (2022) 201–210, <https://doi.org/10.1080/00150193.2022.2041939>;
 9. A.M. Kislyuk, T.S. Ilina, I. V. Kubasov, D.A. Kiselev, A.A. Temirov, A. V. Turutin, A.S. Shportenko, M.D. Malinkovich, Y.N. Parkhomenko // Degradation of the electrical conductivity of charged domain walls in reduced lithium niobate crystals, Mod. Electron. Mater. 8 (2022) 15–22, <https://doi.org/10.3897/j.moem.8.1.85251>;
 10. N.S. Kozlova, E.A. Levashov, P. V. Kiryukhantsev-Korneev, A.D. Sytchenko, E. V. Zabelina, Multi-angle spectrophotometry as a tool for determination of film parameters on single-layer structures // Mod. Electron. Mater. 8 (2022) 51–57, <https://doi.org/10.3897/j.moem.8.2.84239>.

Основные научно-технические показатели

- количество статей в Web of Science и Scopus: 13 (Q1/Q2 – 5);
- количество выступлений на российских национальных и международных конференциях: 6.

Контактная информация

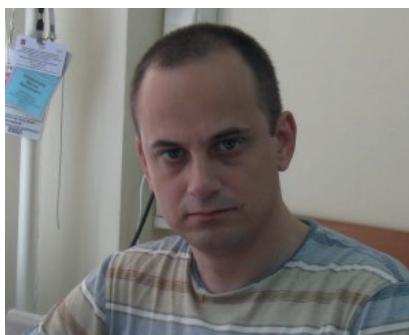
Киселев Дмитрий Александрович, заведующий лабораторией

+7 (495) 955-01-51

dm.kiselev@misis.ru



ЛАБОРАТОРИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ



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

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

Основные научные направления деятельности лаборатории

Общим направлением деятельности лаборатории является установление фундаментальных закономерностей структурообразования, обеспечивающих получение высоконаполненных полимерных композитов с повышенными теплопроводящими и прочностными характеристиками. В рамках общего направления проводятся исследования:

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

30,7 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 г.

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.;
- Проект РНФ 22-43-02081 «Многоуровневое моделирование деформационного поведения углепластиков на основе суперконструкционных термопластов» - 7,0 млн.руб.

Важнейшие научно-технические достижения подразделения

Проведено исследование и поиск оптимальных условий синтеза порошков нитридов циркония, титана и алюминия методом электрического взрыва проволоки для создания теплопроводящих композитов на основе термопластов. Показана возможность получения как нанодисперсных, так и микронных порошков.

Получены нанокомпозиты на основе водного полиуретанового латекса и оксида графена, композиты с

более крупными частицами оксида графена имеют более высокое значение модуля Юнга и меньшее значение относительного удлинения при разрыве.

Впервые исследована возможность применения токовых нагревателей и температурных датчиков сопротивления на основе микропроводов для оценки эффективности рассеивания тепла и контроля тепловых режимов в полимерных композиционных диэлектрических материалах. Разработанная мето-

дика предназначена для контроля за изменением температуры в процессе эксплуатации изделий и для отслеживания процессов термической деструкции.

Исследованы тепло- и электропроводящие свойства композитов на основе полисульфона с различным соотношением и сортами графита, достигнуты значения теплопроводности 7,35 Вт/(м·К) и электропроводности 52,9 См/см. Полученные материалы могут быть использованы для изготовления деталей окислительно-восстановительных батарей и других электрохимических преобразователей энергии.

Изучались механические и теплофизические свойства композитных материалов на основе полиэфирсульфона, упрочненных углеродным волокном, достигнуты значения теплопроводности 4,22 Вт/(м·К). Показана возможность получения композиционного материала с геометрией, инвариантной к температуре, то есть с нулевым коэффициентом термического расширения.

Исследована вязкость разрушения полимер-матричных композиционных материалов на основе карбонизованных матриц. Наиболее высокие значения коэффициента интенсивности напряжений достигнуты у композиций, карбонизированных при 280 °C. Разрабатываемые материалы предназначены для изготовления пластин мембранны-электродных блоков различных электрохимических источников тока.

Разработаны композиты на основе политетрафторэтилена, наполненного металлическими частицами. Показано, что модифицирование поверхности наполнителей обеспечивает рост теплопроводящих свойств таких композитов.

Выполнено модельное описание процессов зарождения и развития локальных структурных трансформаций в композитах на основе полисульфона, армированного непрерывными углеродными волокнами. Модельное описание показало, что взаимодействие, наблюдаемое в структуре композиционной среды, зависит от расстояния между волокнами и их взаимного расположения, углов разориентации волокон. Разработаны методы и алгоритмы, позволяющие формировать структуру композиционной среды на основе данных о структуре исходных образцов. Получены распределение значений углов разориентации волокон и функции их плотности, распределение значений расстояний между волокнами. Разработаны алгоритмы, реализующие методы подвижных клеточных автоматов и молекулярной динамики, позволяющие проводить многоуровневое моделирование механического поведения таких композитов. Разработано программное обеспечение для расчета модели деформационного поведения одностороннего монослоя термопластичного препрега «углеродное волокно – полисульфон». Изготовлены образцы сравнения – микропластики на основе высокопрочных и высокомодульных углеродных волокон. Деформационное поведение микропластиков на основе углеродных волокон, пропитанных полисульфоном отличается от характерного для композитов с термореактивными матрицами и деформационного поведения не пропитанных нитей. Диаграммы термопластичных микропластиков содержат два нелинейных участка: начальный в интервале напряжений до 150-180 МПа и конечный при напряжениях выше 1200-1500 МПа.

Основные публикации

1. H. Mohammad, A.A. Stepashkin, V.V. Tcherdyntsev, Effect of Graphite Filler Type on the Thermal Conductivity and Mechanical Behavior of Polysulfone-Based Composites // Polymers 14 (2022) 399, <https://doi.org/10.3390/polym14030399>;
2. S.D. Ignatyev, E.S. Statnik, D.Yu. Ozherelkov, D.D. Zhrebtssov, A.I. Salimon, D.I. Chukov, V.V. Tcherdyntsev, A.A. Stepashkin, A.M. Korsunsky, Fracture Toughness of Moldable Low-Temperature Carbonized Elastomer-Based Composites Filled with Shungite and Short Carbon Fibers // Polymers 14 (2022) 1793, <https://doi.org/10.3390/polym14091793>;
3. V.G. Torkhov, D.I. Chukov, V.V. Tcherdyntsev, G. Sherif, M.Yu. Zadorozhnyy, A.A. Stepashkin, I.I. Larin, E.V. Medvedeva, Mechanical and Thermophysical Properties of Carbon Fiber-Reinforced Polyethersulfone // Polymers 14 (2022) 2956, <https://doi.org/10.3390/polym14142956>;
4. T. Dayyoub, A.V. Maksimkin, O.V. Filippova, V.V. Tcherdyntsev, D.V. Telyshev. "Shape Memory Polymers as Smart Materials: A Review // Polymers 14 (2022) 3511, <https://doi.org/10.3390/polym14173511>;
5. A. Sharma, D.V. Muratov, M.Yu. Zadorozhnyy, A.A. Stepashkin, A. Bazlov, A. Korol, R. Sergiienko, V.V. Tcherdyntsev, V.Yu. Zadorozhnyy, Investigation of Thermal Properties of Zr-Based Metallic Glass-Polymer Composite with the Addition of Silane // Polymers 14 (2022) 3548, <https://doi.org/10.3390/polym14173548>;
6. M. Churyukanova, A. Stepashkin, A. Sarakueva, V. Mashera, Yu. Grebenschikov, V. Odintsov, V. Petrov, S. Gudoshnikov, Application of ferromagnetic microwires as temperature sensors in measurements of thermal conductivity // Metals 13 (2023) 109, <https://doi.org/10.3390/met13010109>;
7. Y.M. Volkovich, A.Y. Rychagov, A.A. Mikhlin, V.E. Sosenkin, E.N. Kabachkov, Y.M. Shulga,

- A. Michtchenko Self-discharge of a supercapacitor with electrodes based on activated carbon cloth // J. Electroanalyst. Chem. 910 (2022) 116198, <https://doi.org/10.1016/j.jelechem.2022.116198>;
8. Y.M. Volkovich, A.Y. Rychagov, V.E. Sosenkin, S.A. Baskakov, E.N. Kabachkov, Y.M. Shulga, Supercapacitor Properties of rGO-TiO₂ Nanocomposite in Two-component Acidic Electrolyte // Materials 15 (2022) 7856, <https://doi.org/10.3390/ma15217856>;
9. V.P. Vasiliev, E.N. Kabachkov, A.V. Kulikov, R.A. Manzhos, I.G. Morozov, Y.M. Shulga, Unexpected Room Temperature Ferromagnetism of a Ball-Milled Graphene Oxide–Melamine Mixture // Molecules 27 (2022) 7698, <https://doi.org/10.3390/molecules27227698>;
10. S.A. Baskakov, Y.V. Baskakova, E.V. Dvoretskaya, S.S. Krasnikova, V.A. Lesnichaya, Y.M. Shulga, G.L. Gutsev // Mechanical and Water Absorption Properties of Waterborne Polyurethane/Graphene Oxide Composites // Materials 16 (2023) 178, <https://doi.org/10.3390/ma16010178>.

Основные научно-технические показатели

- в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus - 13;
- объектов интеллектуальной собственности, аттестованных методик - 2;
- выставок, на которых были представлены экспонаты или стенды научных разработок с участием сотрудников подразделения - 3;
- конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения – 5.

Контактная информация

Чердынцев Виктор Викторович, заведующий лабораторией

+7(495)638-45-95

vvch@misis.ru



НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ И УЧЕБНЫЙ 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. В Центре создана уникальная технологическая инфраструктура, позволяющая изготавливать акустооптические приборы, не имеющие зарубежных аналогов.

18,6 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 г.

Основные научные направления деятельности центра

Акустооптика, гиперспектральный анализ изображений, управление фемтосекундным излучением, научное приборостроение:

- лазерная генерация управляемого ТГц-излучения методом фемтосекундных лазерных реплик;
- адаптивные системы управления фемтосекундным лазерным излучением, в том числе создание ультракоротких импульсов специальной формы;
- оптические ловушки, в том числе для атомных чипов, в том числе для фемтосекундного излучения;
- когерентное сложение фемтосекундного лазерного излучения;
- новые материалы акустооптики и акустоэлектроники и приборы на их основе;
- моделирование и разработка анизотропных микроструктур для технологий связи 5G.

Кадровый потенциал подразделения

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

Важнейшие научно-технические достижения подразделения

- создана оптическая ловушка с двухцветным кольцевым потенциалом, в том числе для атомных чипов, в том числе для фемтосекундного излучения (рис. А);
- создана акустооптическая система для расширения спектральной полосы оптических усилителей, проведены натурные испытания на площадке РФЯЦ-ВНИИЭФ;
- разработаны двухкоординатные акустооптические модуляторы и дефлекторы на кристалле калий-иттриевого вольфрамата;
- разработан и экспериментально апробирован метод вывода акустической энергии из кристаллов акустооптических затворов для работы в среднем ИК-диапазоне 3-5 мкм;
- разработан экспериментальный модулятор добротности лазерных резонаторов, работающих с неполяризованным излучением;
- создана новая научно-техническая продукция «Акустооптические модуляторы на кристалле KY(WO₄)₂» (рис. В);
- теоретическое исследование топологической эволюции акустооптических передаточных функций в двухосных кристаллах (рис. Б);
- достигнуто экспериментальное когерентное сложение фемтосекундных титан-сапфировых импульсов на одном акустооптическом устройстве.

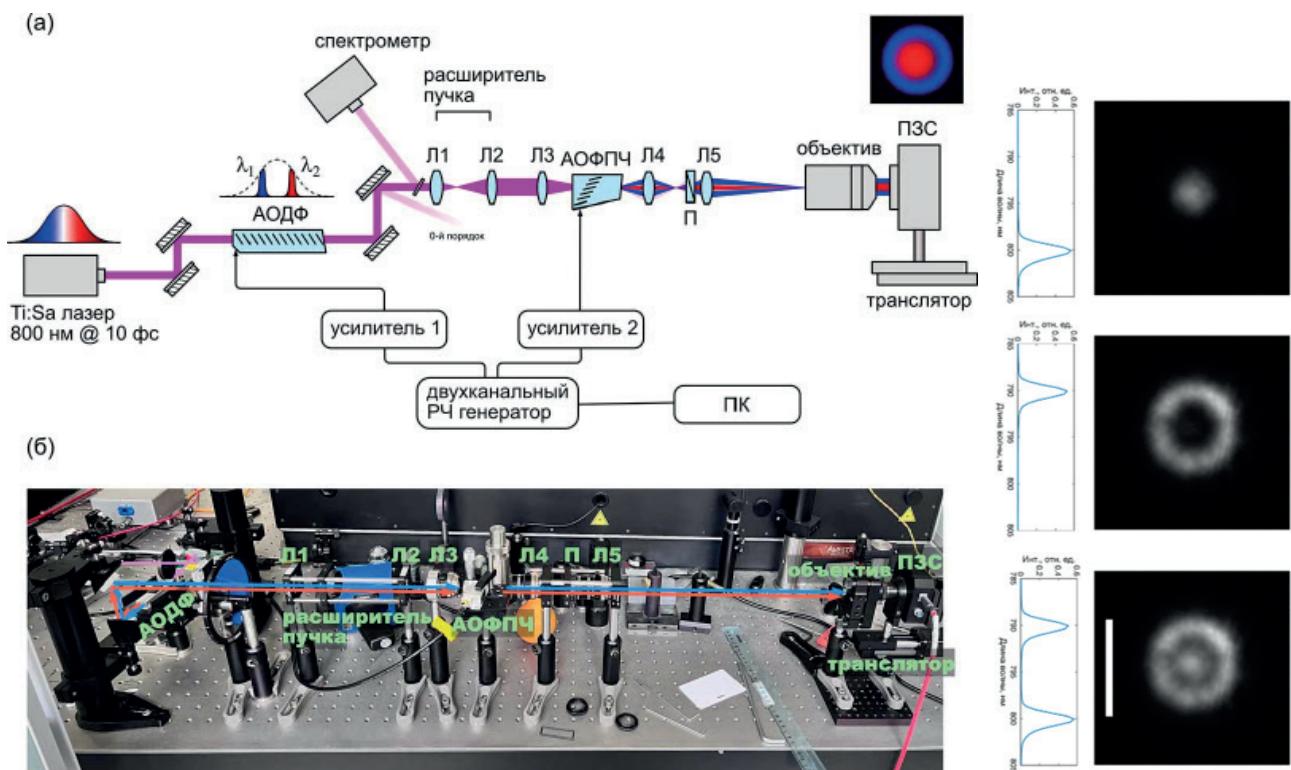


Рисунок А – Оптическая ловушка с двухцветным кольцевым потенциалом

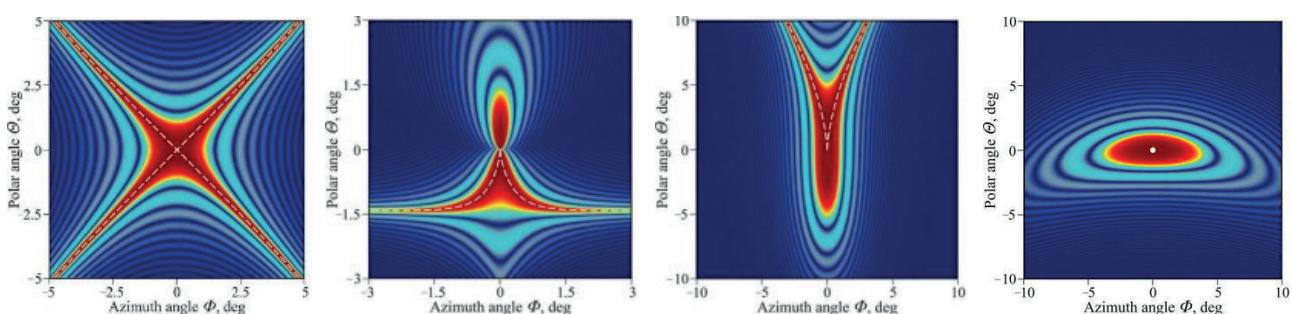
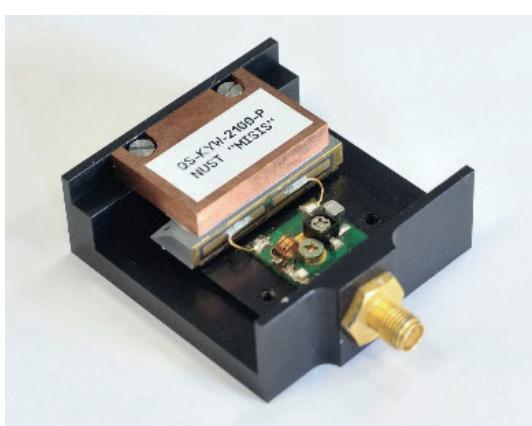


Рисунок Б – Топологическая эволюция акустооптических передаточных функций в двухосных кристаллах



Патенты:
RU 2699947 C1, RU 2751445 C1,
RU 2755255 C1, RU 2778035 C1,
EA 039035 B1

Рисунок В – Новая научно-техническая продукция. Акустооптический модулятор добротности лазерных резонаторов на кристалле KYW

Основные публикации

1. Yushkov K.B., et al. Two dimensional acousto-optic SLM // Holography, Diffractive Optics, and Applications XII / Proc. SPIE. – 2022. – VI. 12318. – P.123181J;
2. A.I. Chizhikov, A.V. Mukhin, N.A. Egorov, V.V. Gurov, V.Ya. Molchanov, N.F. Naumenko, K.V. Vorontsov, K.B. Yushkov, N.G. Zakharov. High-efficient KYW acousto-optic Q-switch for a Ho:YAG laser // Optics Letters, vol. 47, № 5, p. 1085-1088, 2022;
3. K.B. Yushkov, G.D. Slinkov, V.V. Gurov, V.Ya. Molchanov. Characterization and alignment of acousto-optic devices using digital tailored RF waveforms // Applied Optics, vol. 61, № 17, p. 5144-5151, 2022;
4. N.F. Naumenko. Symmetry Aspects in the Use of Multilayered Substrates for SAW Devices // IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control, vol. 69, № 6, p. 2206, 2022;
5. Sergey N. Mantsevich, Vladimir I. Balakshy, Konstantin B. Yushkov, Sergey A. Tretiakov. Quasicollinear AOTF spectral transmission under temperature gradients aroused by ultrasound power absorption. Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control. TUFFC-11852-2022;
6. Konstantin B. Yushkov, Maxim I. Kupreychik, Dmitry V. Obydennov, and Vladimir Ya. Molchanov. Acousto-optic k-space Itering for multifrequency laser beam shaping. JOPT-109694, 2022;
7. Maxim I. Kupreychik and Konstantin B. Yushkov. Topological evolution of acousto-optic transfer functions in biaxial crystals. Journal of the Optical Society of America B, 2022, <http://dx.doi.org/10.1364/josab.466252>.

Количество полученных патентов РФ: 2, № 2785799 и № 2778035.

Количество поданных заявок на патенты РФ: 1.

А.И.Чижиков. Защита диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук «Техно-

логия серийного производства и новые конфигурации акустооптических модуляров».

Контактная информация

Молчанов Владимир Яковлевич, директор центра

+7-495-951-1265

aocenter@misis.ru



Научно-учебный 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)**

Основные научные направления деятельности центра

- Структурная макрокинетика, технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза и механического активирования. Разработка конструкционных материалов и изделий специального назначения;
- 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;
- Физикохимия ионно-плазменных и электроискровых процессов осаждения функциональных покрытий (сверхтвердых, жаростойких, коррозионностойких, биосовместимых и биоактивных с антибактериальным эффектом, оптически прозрачных). Электродные материалы в инженерии поверхности;
- Исследование механизмов структурных превращений при деформации, нагреве, коррозии и окислении композиционных материалов и покрытий, полученных методами СВС, порошковой металлургии, СЛС, ионно-плазменного, плазменного электролитического оксидирования и электроискрового осаждения;
- Методы исследования механических и трибологических свойств функциональных поверхностей.

Организационная структура НУЦ СВС:

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

Кадровый потенциал подразделения

В НУЦ СВС работают: 2 гл.н.с., 3 заведующих лабораторий, 4 в.н.с., 6 с.н.с., 6 н.с., 7 м.н.с., 6 инженеров, 7 ла-

борантов, 3 вед. экспертов. Из них: 4 доктора наук, 18 кандидатов наук, 6 магистрантов, 5 аспирантов.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ

В 2022 году выполнялось 7 научно-исследовательских работ на общую сумму 66,66 млн. руб., в том числе: 1 проект государственного задания, 3 проекта РНФ, 1 РФФИ, 1 хозяйственный договор с Первым МГМУ им. И.М. Сеченова.

66,66 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 г.

Наиболее крупные проекты

- проект № 0718-2020-0034 государственного задания Минобрнауки России: «Разработка иерархически структурированных дискретно-армированных и дисперсно-упрочненных термо-стабильных 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», 6 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 изготавленных методом СЛП», 14,116 млн. руб.

Важнейшие научно-технические достижения подразделения

1. Проведены комплексные исследования дискретно-армированных композиционных материалов с керамической и металлической матрицами, дисперсно-упрочненных жаропрочных сплавов и защитных покрытий. Определены предельные режимы работы керамики в условиях статического и газодинамического окисления. Изучены механизм и кинетика деформации, рекристаллизации и окисления материалов и покрытий, в том числе в режиме *in-situ* в колонне просвечивающего электронного микроскопа. Методом СВС в сочетании с горячим прессованием и искровым плазменным спеканием получены компактные сверхтугоплавких композиционных материалов (СВТКМ) с керамическими матрицами HfB_2 -X%SiC, $(Hf,Ta)B_2$ -X%SiC, $(Zr,Nb)B_2$ -X%SiC, $(Hf,Nb)B_2$ -X%SiC, $(Zr,Ta)B_2$ - $(Zr,Ta)Si_2$. Изучен процесс горения и механохимического синтеза различных классов СВС- смесей. Найдены режимы получения субмикронных порошков эвтектических карбида-боридных композиций. Исследовано влияние легирующих добавок РЗМ на окислительную стойкость. Найдены условия, обеспечивающие сохранность волокна и его защиту от окислительной деградации, и образования прочного контакта между волокном и матрицей. Проведены исследования термомеханического поведения СВТКМ в условиях сжимающих напряжений.
2. Методом центробежной СВС-металлургии получены литые сплавы на основе NiAl. Проведены комплексные исследования механических свойств сплавов. Легирующие добавки снизили негативную роль газовых примесей, что привело к смене механизма окисления и росту жаростойкости при $T = 1150$ °C. Исследовано влияние ГИП и термической обработки (ТО) на структуру и термомеханическое поведение СЛС-сплавов. Осуществлен перенос режимов СЛС для сплава АЖК с лабораторной установки на промышленную, что позволило построить детали типа «сопло» и «патрубок».
3. Сочетанием методов СВС и ГИП получен сплав на основе TiAl с глобуллярной и ламеллярной структурой с повышенным уровнем жаропрочности и окислительной стойкости.
4. Исследованы процессы ионно-плазменного модифицирования и плазменного электролитического оксидирования поверхности имплантатов, изготовленных методом послойного лазерного сплавления титановых порошков. По результатам биологических исследований даны рекомендации к применению новых материалов и технических решений в медицине.
5. Получены высокоэнтропийные покрытия FeCrNiCoCu со столбчатой структурой и с включениями оксидных наночастиц. Проведены коррозионные испытания покрытий и оценена антибактериальная активность в отношении двух типов грамположительных штаммов *Bacillus B. cereus* Arc30 и *Bacillus B. cereus* F в искусственной морской воде.
6. Изучены структура и свойства магнетронных покрытий в системе Mo-Zr-Hf-(Y)-Si-B на подложках из оксида алюминия, никелевых и молибденовых сплавов.

Подготовка специалистов высшей квалификации

Заведующим лабораторией «*In situ* диагностики структурных превращений» Кирюханцевым-Корнеевым Ф.В. защищена докторская диссертация по теме «Получение многофункциональных

ионно-плазменных покрытий с использованием СВС- композиционных материалов», специальность 2.6.5 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы».

Основные публикации

1. Vorotilo S., Sidnov K., Kurbatkina V.V., Loginov P.A., Patsera E.I., Sviridova T.A., Lobova T.A., Levashov E.A., Klechkovskaya V.V. Super-hardening and localized plastic deformation behaviors in Ta-doped ZrB₂ ceramics. *Journal of Alloys and Compounds*, Vol 901, 25 April 2022, 163368, <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.163368> IF= 6.371 (Q1) ;
2. Sheveyko A.N., Kuptsov K.A., Kiryukhantsev-Korneev F.V., Kaplansky Yu.Yu., Orekhov A.S., Levashov E.A. Protective coatings for LPBF Ni-based superalloys using a combination of electrospark deposition and pulsed arc evaporation methods. *Applied Surface Science*, 2022, Vol. 581, 152357 <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2021.152357> IF=7.39 (Q1) ;
3. Kiryukhantsev-Korneev Ph.V., Sytchenko A.D., Gorshkov V.A., Loginov P.A., Sheveyko A.N., Nozhkina A.V., Levashov E.A. Complex study of protective Cr₃C₂-NiAl coatings deposited by vacuum electro-spark alloying, pulsed cathodic arc evaporation, magnetron sputtering, and hybrid technology. *Ceramics International*, 2022, Vol 48, Issue 8, p. 10921-10931 <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2021.12.311> IF=5.27 (Q1) ;
4. Zamulaeva E.I., Sheveyko A.N., Kaplanskii Yu.Yu., Levashov E.A. Structure formation and tribological properties of Mo-Si-B-Hf electrospark coatings based on Mo₂Ni_{3Si} Laves phase. *Materials*, 2022, 15, 5613 <https://doi.org/10.3390/ma15165613> IF=3.6 (Q1);
5. Kiryukhantsev-Korneev Ph.V., Sytchenko A.D., Kozlova N.S., Zabelina E.V., Skryleva E.A., Kaplansky Yu.Yu., Vakhrushev R.A., Levashov E.A. Structure and properties of protected amorphous r-B-N coatings. *Surface and Coatings Technology*, 2022, 128849 <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2022.128849> IF= 4.82 (Q1) ;
6. V.A. Ponomarev, A.D. Popova, A.N. Sheveyko, E.S. Permyakova, K.A. Kuptsov, P.V. Slukin, S.G. Ignatov, N.A. Gloushankova, B. Subramanian, D.V. Shtansky. Microstructure and biological properties of titanium dioxide coatings doped with bioactive and bactericidal elements, *Applied Surface Science* 575 (2022) 151755. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2021.151755> IF=7.39 (Q1).

Патенты и Ноу-Хау:

1. Кирюханцев-Корнеев Ф.В., Сытченко А.Д., Левашов Е.А. Ионно-плазменные твердые покрытия в системе Ta-Si-N для защиты деталей оптических устройств. Свидетельство о регистрации секрета производства (ноу-хау) в Депозитарии ноу-хау НИТУ МИСИС № 04-732-2022 ОИС от 17.02.2022;
2. Кирюханцев-Корнеев Ф.В., Сытченко А.Д., Левашов Е.А. Бескислородное защитное покрытие в системе Zr-(Si)-B-N для повышения срока службы оптических устройств и деталей лазерной техники и способ его получения. Свидетельство о регистрации секрета производства (ноу-хау) в Депозитарии ноу-хау НИТУ МИСИС № 03-732-2022 ОИС от 17.02.2022;
3. Левашов Е.А., Каясова А.О. Способ селективного лазерного сплавления дисперсно-упрочненных мартенситно-стареющих сплавов и режимы термической обработки изделий с целью достижения высокого уровня механических свойств. Свидетельство о регистрации секрета производства (ноу-хау) в Депозитарии ноу-хау НИТУ МИСИС № 36-732-2022 ОИС от 27.12.2022;
4. Штанский Д.В., Купцов К.А., Шевейко А.Н., Фатыхова М.Н. Способ получения покрытий импульсным дуговым оплавлением гранул, зарегистрировано в Депозитарии ноу-хау НИТУ МИСИС № 15-164-2022 ОИС от 29.11.2022.

Основные научно-технические показатели

- Статей в журналах Web of Science и Scopus – 18 (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

+7 (495) 638-45-00

levashov.ea@misis.ru; levashov@shs.misis.ru



НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР БИОМЕДИЦИНСКОЙ ИНЖЕНЕОРИИ



**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.

Основные научные направления деятельности центра

- Биопринтинг эквивалентов органов;
- 3Д-печать биомиметических скаффолдов;
- 4Д-печать «самоустанавливающихся» имплантатов;
- Гибкие нейроимплантаты для регенерации нервной ткани;
- Ин витро скрининг противоопухолевых лекарств с помощью трехмерных сфероидов и тканеинженерных конструкций;
- Синтез биокерамики как носителей лекарственных препаратов;
- Биопечать кожи *in situ*;
- Биопринтинг индивидуализированного имплантата ушной раковины;
- Магнитная биопечать в условиях «микрогравитации»;
- Ауксетические метаматериалы для спинальной хирургии;
- Протезы кровеносных сосудов, связок, хрящей, костей.

Кадровый потенциал подразделения

34 человека (средний возраст 34 года), из них 8 человек – доктора биологический и медицинских наук

Наиболее крупные проекты

- РНФ: Исследование *operando* эволюции структурных элементов в композитных и гибридных полимер-матричных материалах в процессе развития эффекта памяти формы (21-73-20205), 6 млн. руб.;
- «Приоритет-2030»;
- Передовая инженерная школа (ПИШ).

Важнейшие научно-технические достижения подразделения

- Разработаны подходы 3Д-печати полимерными материалами на основе ПЛА/ПКЛ с эффектом памяти формы для «самоустанавливающихся» имплантатов. Получены прототипы клеточно- и тканеинженерных конструкций для реконструктивной хирургии. Методом биопечати сформирован персонализированный имплантат ушной раковины на основе ПЛА/ПКЛ/ТПУ, коллагена и аутологичных фибробластов (рис. А);
- Разработан программно-аппаратный комплекс, позволяющий производить биопечать многослойного кожного эквивалента непосредственно на пациенте, состоящей из слоев разных клеток кожи (эпителий, фибробласти, клетки жировой ткани). Проведена отработка биопечати на *in vivo* эксперименте на лабораторных животных;



Рисунок А – Имплантат ушной раковины

- Получены модельные образцы высокопористого нервного кондуита на основе коллагена. Оценена возможность использования разработанных трехмерных конструкций как для заместительной регенеративной терапии травм ЦНС, так и в качестве моделей для изучения нейрогенеза;
- Разработан алгоритм проектирования 3D моделей ауксетического метаматериала на основе метода градиентного спуска согласно требуемым свойствам с возможностью экспорта модели в программное обеспечение, специализирующееся на проектировании медицинских изделий, в том числе спинальных межтеловых кейджей;

Подготовка специалистов высшей квалификации

Разработка и реализация образовательных программ магистратуры и аспирантуры:

- iPhD Биоматериаловедение (с 2019 года);

Основные публикации

1. Lvov VA, Senatov FS, Veveris AA, Skrybykina VA, Díaz Lantada A. Auxetic Metamaterials for Biomedical Devices: Current Situation, Main Challenges, and Research Trends. *Materials*. 2022; 15(4):1439. <https://doi.org/10.3390/ma15041439>;
2. Choudhary, R.; Bulygina, I.; Lvov, V.; Zimina, A.; Zhirnov, S.; Kolesnikov, E.; Leybo, D.; Anisimova, N.; Kiselevskiy, M.; Kirsanova, M.; et al. Mechanical, Structural, and Biological Characteristics of Polylactide/Wollastonite 3D Printed Scaffolds. *Polymers* 2022, 14, 3932. <https://doi.org/10.3390/polym14193932>;
3. Polina A. Kovaleva, Igor O. Pariy, Roman V. Chernozem, Mikhail Yu. Zadorozhnyy, Elizaveta S. Permyakova, Evgeniy A. Kolesnikov, Maria A. Surmeneva, Roman A. Surmenev, Fedor S. Senatov, Shape memory effect in hybrid polylactide-based polymer scaffolds functionalized with reduced graphene oxide for tissue engineering, *European Polymer Journal*, 2022, 111694 <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2022.111694>;
4. Mironov, V.A.; Senatov, F.S.; Koudan, E.V.; Pereira, F.D.A.S.; Kasyanov, V.A.; Granjeiro, J.M.; Baptista, L.S. Design, Fabrication, and Application of Mini-Scaffolds for Cell Components in Tissue Engineering. *Polymers* 2022, 14, 5068. <https://doi.org/10.3390/polym14235068>;
5. Karyagina, A., Orlova, P., Poponova, M., ..., Senatov, F., Gromov, A. Hybrid Implants Based on Calcium-Magnesium Silicate Ceramics Diopside as a Carrier of Recombinant BMP-2 and Demineralized Bone Matrix as a Scaffold: Dynamics of Reparative Osteogenesis in a Mouse Craniotomy Model / *Biochemistry (Moscow)*, 2022, 87(11), pp. 1277–1291;
6. V.A. Lvov, F.S. Senatov, A.S. Shinkaryov, S.V. Chernyshikhin, A.A. Gromov, V.A. Sheremetyev, Experimental 3D printed re-entrant auxetic and honeycomb spinal cages based on Ti-6Al-4 V: Computer-Aided design concept and mechanical characterization, *Composite Structures*, Volume 310, 2023, 116766, <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2023.116766>;
7. Koudan EV, Zorina AI, Levin AA, Pereira FDAS, Petrov SV, Karshieva SS, Kasyanov VA, Manturova NE, Ustyugov AY, Potekaev NN, Parfenov VA, Karalkin PA, Khesuani YD, Bulanova EA, Kopnin PB, Isaev AA, Mironov VA, Zorin VL. Correlation of the regenerative potential of dermal fibroblasts in 2D culture with the biological properties of fibroblast-derived tissue spheroids. *Cell Tissue Res.* 2022 Dec;390(3):453-464. doi: 10.1007/s00441-022-03690-1. Epub 2022 Sep 21. PMID: 36129531;
8. Saida Sh. Karshieva, Elizaveta G. Glinskaya, Alexandra A. Dalina, Ekaterina V. Akhlyustina, Elena A. Makarova, Yusef D. Khesuani, Nelly S. Chmelyuk, Maxim A. Abakumov, Dmitriy A. Khochenkov, Vladimir A. Mironov, Gennady A. Meerovich, Evgeniya A. Kogan, Elizaveta V. Koudan, Antitumor activity of photodynamic therapy with tetracationic derivative of synthetic bacteriochlorin in spheroid culture of liver and colon cancer cells, *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*,



Volume 40, 2022, 103202, <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2022.103202>.

9. Naveensubramaniam Vijayakumar, Inna Bulygina, Vlad Lvov, Rajan Choudhary, Senthil Kumar Venkatraman, Fedor Senatov, Sergey Kaloshkin, Sasikumar Swamiappan. Effect of Formulation on the Release Kinetics of the Antibiotics from
10. N. Vijayakumar, S. K. Venkatraman, R. Choudhary, A. Indurkar, A. Chatterjee, J. Abraham, S. Ostrovskiy, F. Senatov, J. Locs, S. Swamiappan, ChemistrySelect 2022, 7, e202103783.

Основные научно-технические показатели

- 1 защита диссертации на соискание степени доктора биологических наук;
- 2 защиты диссертации на соискание степеней кандидатов технических и физико-математических наук;
- 9 человек защитили свои магистерские диссертации на программе iPhD ; «Биоматериаловедение», в том числе, в формате «Диплом как проект», и 6 из них продолжили обучение в аспирантуре Университета МИСИС;
- 12 статей опубликовано в журналах Q1/Q2;
- 2 патента на изобретение РФ + 1 патент на программу ЭВМ ;
- 2 победы в конкурсе «Студенческий стартап» от Фонда содействия инновациям.

Уникальное оборудование

- Биопринтеры, в том числе, роборуки для биопечати на пациенте;
- Установка для электроспиннинга;
- Цитофлуориметр;
- Многофункциональный планшетный анализатор;
- Оптические микроскопы.

Контактная информация

Сенатов Фёдор Святославович, директор центра

Senatov@misis.ru

НОЦ БиоИнж (Т211, Т212, Т213, Т214)



III. ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК



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

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

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

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

Начиная уже с первого курса, студенты принимают участие в командных соревнованиях по спортивному программированию, хакатонах по цифровизации, в научных исследованиях. В структуре университета действует

Международный центр развития творческого мышления и когнитивных технологий «Новая реальность», помогающий студенческим сборным успешно выступать на международных и российских соревнованиях.

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

14,3 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 г.

Область и направления научных исследований

Научные исследования института ИТКН включают следующие основные направления:

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

Сотрудники института ИТКН в 2022 году выполняли ряд исследований по следующим темам:

- Научно-исследовательские и технологические работы в области информационных технологий по разработке алгоритмического и программного комплекса для методов обучения с

подкреплением в частных задачах управления манипуляционными роботами (заказчик: лаборатория робототехники ПАО «Сбербанк»);

- Научно-исследовательские и технологические работы в сфере управления робототехническими системами и разработка новой технологии – программного обеспечения для системы роботизированной сортировки (заказчик: лаборатория робототехники ПАО «Сбербанк»);
- Изучение конъюнктуры рынка и анализ программно-технических комплексов для построения систем позиционирования, оповещения и поиска, а также других смежных систем в условиях подземных рудников;
- Геоинформационная система автоматизированного мониторинга автопарка транспортной организации;
- Методика прогнозирования нагрузки на фул-филменты крупной российской компании электронной коммерции;
- Модели кредитного скоринга на основе анализа отказных заявок;
- Методика повышения достоверности данных для формирования профиля клиента;
- Алгоритмическое обеспечение персонального виртуального ассистента в системе автоматизированной обработки клиентских запросов;
- Модель прогнозирования котировок акций на фондовом рынке на основе методов машинного обучения.

Основные научно-технические показатели

За 2022 год сотрудниками института было опубликовано более 125 статей в рецензируемых научных журналах. Из них 34 статьи в журналах, индексируемых научометрическими базами данных Scopus и Web of Science, 29 статей в журналах из списка ВАК.

Преподаватели и студенты приняли участие в более чем 45 конференциях, в том числе международных. Подразделения института оформили более 10 авторских свидетельств.

Контактная информация

Солодов Сергей Владимирович, директор института

+7(495)638-44-74

itasu@misis.ru

Б-811

Калитин Денис Владимирович, заместитель директора

+7(495)638-44-74

kalitindv@misis.ru

Б-809

Петрыкина Алена Анатольевна, заместитель директора по молодежной

политике

+7(495)638-44-74

petrykina.a@misis.ru

Б-809



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), инженерию и анализ Больших Данных.

Основные научные направления деятельности кафедры

- Системная и программная инженерия;
- Управление проектами;
- Аналитика и инженерия больших данных;
- 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 – сертифицированные специалисты и консультанты по управлению проектами, в их числе президент и вице-президент СОВНЕТ/ИРМА.

Наиболее крупные проекты

Сотрудники кафедры в 2022 принимали участие в 36 исследований в рамках НИР при выполнении хоздоговорных и государственных контрактов компаний КГ «Борлас», ООО «Глоубайт Аналитические решения», АО «Альфа-Банк» Сбера, ФГУП «ГосНИИАС», ООО «ЛАНИТ-ТЕХНОЛОГИИ» 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 2022 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.

В качестве примеров можно привести темы выполненных работ:

- Геоинформационная система автоматизированного мониторинга автопарка транспортной организации;

- Методика прогнозирования нагрузки на фул-филменты крупной российской компании электронной коммерции;
- Модели кредитного скоринга на основе анализа отказных заявок;
- Методика повышения достоверности данных для формирования профиля клиента;
- Алгоритмическое обеспечение персонального виртуального ассистента в системе автоматизированной обработки клиентских запросов;
- Модель прогнозирования котировок акций на фондовом рынке на основе методов машинного обучения.

Основные научно-технические показатели

За истекший год в рамках научных направлений исследований кафедры сделано 10 публикаций.

Основные публикации

1. Dobratulin K., Nezhurina M. Algorithmic support of a personal virtual assistant for automating the processing of client requests // arXiv preprint arXiv:2203.14372. – 2022;
2. Акатова Н.А. Цикл подготовки консультантов по внедрению 1С на базе магистерских программ// Новые информационные технологии в образовании. Сборник научных трудов XXII международной научно-практической конференции. Под общей редакцией Д.В. Чистова. Москва, 2022. С. 332-334;
3. Брагин Д.П. Тенденции развития методов риск-аналитики в сфере государственных закупок // Электронный научный журнал «Инновации. Наука. Образование». 2022 г. №58;
4. Воробьев В. А. Актуальность микро-сервисной архитектуры корпоративной информационной системы кредитования лизинга // сборник статей Международной научно-практической конференции «Концепции и модели устойчивого инновационного развития общества». 2022 г., г. Волгоград. Аэтерна, 2022: технические науки С 5-8;
5. Галиева Р.Р. Оптимизация в системе управления логистикой// научные исследования высшей школы по приоритетным направлениям науки и техники: сборник статей международной научно-практической конференции. Уфа: Аэтерна, 2022: технические науки С. 30-34;
6. Герасименко А.В. Современные подходы к оценке клиента в российских банках // Инновационная наука. ISSN 2410-6070;
7. Дьяченко Д.И. Обоснование необходимости построения системы отчетности для аналитики найма на массовые вакансии // Электронный научный журнал «Вопросы устойчивого развития общества». 2022 г. №4;
8. Жукова Л.В., Богданова Т.К. 11. Проблемы взаимодействия надзорных органов с подконтрольными объектами. Стратегическое планирование и развитие предприятий. Материалы XXIII Всероссийского симпозиума. Москва, 2022. С. 328-330;
9. Колчанова А.В. Модель аудита миграции данных из SAP ERP в SAP S/4HANA // Электронный научный журнал «Вопросы устойчивого развития общества». 2022 г. №5;
10. Коршунов И.И. Особенности взаимоотношений с клиентами в маркетплейсах // Электронный научный журнал «Инновации. Наука. Образование». 2022 г. №54.

Контактная информация

Нежурина Марина Игоревна, заведующая кафедрой

+7 (495) 959-46-01

min@misis.ru

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



КАФЕДРА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ДИЗАЙНА



**Коржев Евгений Геннадьевич,
и.о. заведующего кафедрой,
канд. техн. наук, доцент
кафедры**

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 МИСИС по англоязычным магистерским программам в области информационных технологий, активным участником проф навигационной работы университета и проектной деятельности школьников.

Кафедра организует глобальные профильные мероприятия:

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

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

Основные научные направления деятельности кафедры

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

Кадровый потенциал подразделения

- Докторов наук: 7 чел.;
- Кандидатов наук: 8 чел.;
- Аспирантов: 11 чел.;
- Инженерно-технических работников: 7 чел.

Подготовка специалистов высшей квалификации

В 2022 году в аспирантуре кафедры обучалось 8 человек, в том числе 5 иностранных граждан. Работа научных руководителей с иностранными аспи-

рантами происходит на английском языке. Летом 2022 года успешно закончил обучение 1 аспирант из Ганы.

Основные публикации

1. Фейзрахманов И.Ж. Применение информационных технологий при обучении экономистов // Глобальный научный потенциал, №2 (131), 2022 год, с. 145-148, <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48429991>;
2. Future Design Forearm Prosthesis Control System, Korzhov, E.G., Fonov, D.A., Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2022, 121, pp. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-97057-4_7; <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48193088>
3. О проблеме визуализирующих нейронных сетей в процессе дизайн-проектирования Куликов Н.А., Головкина В.Б. В книге: Нейрокомпьютеры и их применение. Тезисы докладов XX Всероссийской научной конференции. Москва, 2022. С. 81-Б.
4. Петров А.Е. Применение тензорного метода для создания сетевой модели транспортной задачи. – XX Всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение». Тезисы докладов. М.: ФГБОУ МГППУ – 2022, 233 с., – с. 58–60.
5. Петров А.Е. Возможности автоматизации методологии создания сетевых моделей сложных систем. – XX Всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение». Тезисы докладов. М.: ФГБОУ МГППУ – 2022, 233 с., – с. 151–153.
6. Петров А.Е. Особенности преобразования величин в двойственных сетях // Сетевое научное издание «Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление». 2022. Т.18, вып. 1 (54) – с.1–13. URL: <http://www.rypravlenie.ru/?p=3878>.
7. Петров А.Е. Программа «Президент»: основы социально-экономической программы развития России в начале третьего тысячелетия. Электронное научное издание «Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление» www.rypravlenie.ru том 18 № 2 (55), 2022 ПРИЛОЖЕНИЕ – с. 117–146. Приложение представляет собой материал, написанный летом 1999 года. Среди основных идеологов программы – П.Г. Кузнецов, А.Е. Петров, А.Е. Арменский.
8. Петров А.Е. Занимательная экономика: устойчивое развитие и показатели отчетности // Сетевое научное издание «Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление». 2022. Т.18, вып. 2 (55). URL: <http://www.rypravlenie.ru/?p=3914>. – с. 1–12.
9. Петров А.Е. О законе сохранения потока энергии. // Сетевое научное издание «Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление». – ISSN 2075-1427, – Режим доступа: <http://www.rypravlenie.ru/wp-content/uploads/2022/10/01-Petrov.pdf>, 2022. Т.18, вып. 3 (56), ст. 1. – с. 1–6.
10. Petrov A.E. Tensor Network Model of Logistics System. Modelirovaniye i analiz dannykh = Modelling and Data Analysis, 2022. Vol. 12, no. 3, pp. 5–24. DOI: <https://doi.org/10.17759/ mda.2022120301> (In Engl., abstr. in Russ. Петров А.Е. Тензорная сетевая модель системы логистики. Моделирование и анализ данных. ISSN: 2219-3758, ISSN: 2311-9454 (online). 2022. Том 12. № 3. 5–24.

Публикации

- в российских научных журналах из списка ВАК: 12;
- в научных журналах, индексируемых в базах данных WoS, Scopus: 3;
- конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения: 9 ;
- единиц уникального оборудования: 70;
- премий и наград за научно-инновационные достижения: 16.

Контактная информация

Коржов Евгений Геннадьевич, и.о. заведующего кафедрой

korzhov.eg@misis.ru

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

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



КАФЕДРА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ



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

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

Основные направления научной деятельности кафедры

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

Кафедра активно занимается разработкой «цифровых двойников» на основе динамического комплексирования многомерных массивов данных для использования их в задачах управления сложными технологическими процессами; разработкой методов геометрической визуализации для невыпуклых моделей со свободной оболочкой; а также разработкой и исследованием методов и инструментов построения сложных крупномасштабных программных систем. Научные исследования проводятся с

участием сотрудников ряда российских компаний, таких как: ООО «Цифра», Вист майнинг Robotics, PARMA technologies group, ООО «Ресолют». Исследования выполняются в русле приоритетного научно-технологического направления «Переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственно-го интеллекта».

Научные лаборатории кафедры оснащены:

- линейкой оборудования для прототипирования микропроцессорных вычислительных устройств промышленного назначения для задач Индустрии 4.0, включая 3D-принтер и лазерный фрезерный станок с ЧПУ;
- специализированной экспериментальной установкой для отработки механизмов комплексирования гетерогенной информации и управления автономными роботизированными объектами транспортно-технологических процессов горно-добывающего производства в виде имитационного стенда карьера, роботизированных моделей самосвалов и экскаваторов, а также промышленных устройств диспетчерского управления;
- комплексом мультимедийного оборудования, включая автономный шлем виртуальной реальности, широкоформатную стереоскопическую проекционную систему и графическую станцию генератора изображения для разработки и апробации алгоритмов многомерной визуализации.

программно-технических комплексов для построения систем позиционирования, оповещения и поиска, а также других смежных систем в условиях подземных рудников (Договор № 8000433216 от 10.01.2022).

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

10,0 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 г.

В 2022 году сотрудниками кафедры реализован договор с компанией АИМ Холдинг на выполнение работ по теме: «Изучение конъюнктуры рынка и анализ

Кадровый потенциал подразделения

В настоящее время на кафедре АСУ работают 8 докторов технических наук и 1 доктор физико-математических наук (в том числе 4 совместителя), 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 2022 г. заслушано 4 кандидатских работы.

В прошедшем году сотрудниками кафедры было опубликовано 38 научных работ, в том числе 23 публикации, индексируемые в базах данных Web of Science и SCOPUS, получены 10 авторских свидетельств. Преподаватели кафедры принимали участие в 9 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.

Основные публикации

Научные публикации с индексацией в базах данных SCOPUS и РИНЦ:

1. Krivonozhko, V.E., Afanasiev, A.P., Førsund, F.R., Lychev, A.V. Comparison of Different Methods for Estimation of Returns to Scale in Nonradial Data Envelopment Analysis Models. Automation and Remote Control, 2022, 83(7), pp. 1136–1148;
2. Ratner, S.V., Balashova, S.A., Lychev, A.V. The Efficiency of National Innovation Systems in Post-Soviet Countries: DEA-Based Approach. Mathematics, 2022, 10(19), 3615;
3. Deryabin, S.A., Misineva, E.V., Agabubaev, A.T., Rzazade, U.A. Models of Environmental Safety Monitoring in The Management Of Production Processes in Quarries. Eurasian Mining, 2022, 38(2), pp. 75–78;
4. Дерябин С.А., Рзазаде У.А.О., Кондратьев Е.И., Темкин И.О. Метамодель архитектуры системы автономного управления транспортно-технологическими процессами в карьере. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2022. № 3. С. 117-129;
5. Deryabin, S.A., Kondratev, E.I., Azar oglu, R.U., Temkin, I.O. Digital Mine architecture modeling language: Methodological approach to design in Industry 4.0 | Mining Informational and Analytical Bulletintthis, 2022, 2022(2), pp. 97–110;
6. Темкин И.О., Дерябин С.А., Корольков Т.А., Валова А.А., Кондратьев Е.И. Система мониторинга производственной деятельности работников строительного комплекса. Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2022. № 1 (39). С. 140–145;
7. Kupriyanov, V.V., Bondarenko, I.S. Факторы влияния на резерв времени для выхода из подземных аварий в шахтах. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), 2022, 2022(2), pp. 139–149pp;
8. Goncharenko, S.N., Ivakhnenko, A.M. Optimization of Ore Concentrate Transportation Indicators of a Mining Enterprise Based on a Logistic Analysis of Alternative Options for Organizing a Transportation System. 2022 Intelligent Technologies and Electronic Devices in Vehicle and Road Transport Complex, TIRVED 2022 - Conference Proceedings, 2022;
9. Trofimov, V.B. Functional structure of intelligent control over complex mining-and-metallurgical facilities: Analytical review. Mining Informational and Analytical Bulletin, 2022, (2), pp. 150–168;
10. Tolstykh, T., Gamidullaeva, L., Shmeleva, N., Gromov, S., Ermolenko, A. Megapolis as a Symbiosis of Socio-Economic Ecosystems: The Role of Collaboration. Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity, 2022, 8(3), 126.

Контактная информация

Темкин Игорь Олегович, заведующий кафедрой

+7 (499) 230-24-34

asu@misis.ru, msmu_asu@mail.ru

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



КАФЕДРА БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКИ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ



**Пятецкий Валерий Ефимович,
заведующий кафедрой,
д-р 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 ВО, ОС ВО НИТУ МИСИС, мировыми профессиональными и образовательными стандартами; организация и проведение прикладных научных исследований и иных научно – технических работ в области бизнес- и прикладной информатики, информационных технологий, в том числе по проблемам образования.

Основным научным направлением, реализуемым на кафедре, является «Методология и практика разработки процессных информационных – аналитических и интеллектуальных систем управления бизнесом» которое направлено на решение научных и практических вопросов

повышения эффективности функционирования интегрированных информационных систем управления предприятиями, за счет разработки и внедрения эффективных методик моделирования и управления бизнес-процессами и интеллектуальных систем.

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

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

- Исследование и разработка методик моделирования, регламентации и оптимизации бизнес-процессов производства;
- Управление бизнес-процессами предприятия средствами ERP-систем;
- Оперативное управление производственными процессами предприятий на основе MES-систем;
- Использование информационно-аналитических и интеллектуальных систем для управления эффективностью бизнеса.

Кадровый потенциал подразделения

На кафедре работают 45 человек профессорско-преподавательского состава из них:

- 2 профессора, доктора наук;
- 17 доцентов, кандидатов наук;
- 9 старших преподавателя, из них 2 кандидата наук;
- 19 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, ИНЛАЙН ГРУП, компания Айтеко Бизнес-Консалтинг, ЗАО «ГАЛАКТИКА», «ВРМ Консалтинг Групп» и др.)

Профessorско-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 многоокритериальных решений. (СППР),(DSC) (науч. рук. проф. д.т.н. Пятецкий В.Е., доц. к.т.н. Макаров В.В.);
- методология и инструментарий информационно-аналитических и интеллектуальных систем управления бизнесом (доц. к.т.н. Котеленко С.В., доц. к.т.н. Пятовский С.Е.).

Осуществляется непрерывная научная подготовка студентов. В рамках основных научных направлений на кафедре организовано и функционируют 32 бизнес-школы, 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 2022 г. в рамках проведения 77-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 16 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 27 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.

Важнейшие научно-технические достижения подразделения

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

Основные научно-технические показатели

- Проведена защита диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук Сулейкиным А.С., на тему «Методы анализа и синтез архитектуры цифровых производственных экосистем» – научный руководитель проф. Пятецкий В.Е.;
- Количество публикаций: статей и докладов в изданиях, индексируемых SCOPUS и WOS – 5;
- Результаты доложены на 1 международной научной конференции;
- В рамках ДПО заключен и выполнен договор с компаний «Сегежа Групп - Общий Центр Обслуживания» по обучению персонала компании в объеме 48 тыс. руб.;
- Количество студентов, занятых в НИР и ОКР, имеющих публикации, чел. – 55;
- Проведение бизнес-школ со студентами в том числе с сертификацией по курсам:
 - Microsoft Office 365;
 - Archimate;
 - X-mind;
 - P1:Platform
 - RunaWFE
 - Primo RPA;
 - Elma 365;
 - Business studio.

Всего было проведено более 32 бизнес-школы, с приглашением ведущих специалистов IT – компаний, в т. ч. Айтеко Бизнес-Консалтинг, ИНЛАЙН ГРУП, RunaWFE, BPM Консалтинг Групп, ЗАО «ГАЛАКТИКА», Delloit, DM Solution и др.

Основные публикации

Статьи, индексируемые в Scopus

1. Бахтадзе Н.Н., Бегенюк В.А., Елпашев Д.В., А. Захаров Э.А., Дончан Д.М., Салихов З.Г., Пятецкий В.Е. // Интеллектуальная система поддержки

принятия решений на основе распознавания видеообразов фирменных очагов доменной печи // Заводская лаборатория. Диагностика материалов, т.88, №1-1.М.: ООО «Издательство «ТЕСТ-ЗЛ». 2022;

2. Бахтадзе Н.Н., Елпашев Д.В., Сулейкин А.С., Пятецкий В.Е. // Associative Rules-Driven Intelligent Production Schedule Control System for Digital Manufacturing Ecosystem//IFAC-PapersOnline, Volume 55, Issue 10. Nantes, France.: Elsevier. 2022 ;
3. Бахтадзе Н.Н., Бегенюк В.А., Елпашев Д.В., А. Захаров Э.А., Дончан Д.М., Салихов З.Г., Пятецкий В.Е. // Intelligent Decision Support System Based on Video Recognition of the Blast Furnace Tuyeres// Industrial laboratory. Material diagnostics, V 88, 1(1), Moscow: TEST-ZL Publishing, LLC. 2022;
4. Methods of Information Technology Quality Control at the Enterprise Martyakova, E.V., Gorchakova, E.N. Proceedings of the 2022 International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies", IT and QM and IS 2022, 2022, pp. 177–180;
5. Transformation of the Quality Management System in the Digital Economy Martyakova, E.V., Gorchakova, E.N., Nagornaya, O.A. Advances in Science, Technology and Innovationthis link is disabled, 2022, pp. 893–896.

Контактная информация

Пятецкий Валерий Ефимович, заведующий кафедрой

bisup@misis.ru

8(495)762-14-96



КАФЕДРА ИНЖЕНЕРНОЙ КИБЕРНЕТИКИ



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

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

Основные научные направления деятельности

- сквозные технологии (большие данные, искусственный интеллект, машинное обучение, системы распределенного реестра, робототехника);
- критические технологии (обработка, передача, хранение и защита информации), производство программного обеспечения, распределенные вычисления и системы;
- Распознавание и анализ паттернов электрической активности мозга;
- Разработка механизмов алгоритмической машинной предобработки ЭЭГ данных;
- Развитие алгоритмов управления манипуляционными роботами на основе обучения с подкреплением;
- Использование распределенных информационных технологий в методах и системах поддержки принятия решений управления 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;
- Создание интеллектуальных систем навигации и управления;
- Разработка алгоритмов комплексирования данных систем технического зрения, инерциальных и одометрических систем для повышения точности позиционирования наземных объектов в условиях полного отсутствия GPS сигнала;
- Методы распознавания и анализа дорожных сцен на основе классических и нейросетевых алгоритмов.

Руководством университета и института перед кафедрой поставлена перспективная задача в ближайшие три-четыре года выйти на ведущий уровень прикладных научных-исследований 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;

Кадровый потенциал подразделения

5 профессоров, из них 3 доктора технических наук, 1 доктор физико-математических наук и 1 доктор экономических наук.

17 доцентов и 19 кандидатов наук, из них 9 кандидатов технических наук, 5 кандидатов физико-математических наук, 2 кандидата экономических наук,

1 кандидат философских наук, 1 кандидат медицинских наук, 1 Dr. rer. natur. (Computer Science).

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 робототехники и киберфизических систем.

4,3 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 г.

Наиболее крупные проекты

- научно-исследовательские и технологические работы в области информационных технологий по разработке алгоритмического и программного комплекса для методов обучения с подкреплением в частных задачах управления манипуляционными роботами (заказчик: лаборатория робототехники ПАО «Сбербанк»), стоимость работ составила 1 846 212 руб.;
- научно-исследовательские и технологические работы в сфере управления робототехническими системами и разработки новой технологии – программного обеспечения для системы роботизированной сортировки (заказчик: лаборатория робототехники ПАО «Сбербанк»), стоимость работ составила 2 487 915 руб.

Подготовка специалистов высшей квалификации

В настоящее время преподаватели кафедры руководят работой 8 аспирантов – будущих специ-

алистов высшей квалификации – по направлению 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника».

Уникальное оборудование

При проведении занятий и научных исследований кафедра на регулярной основе использует сервера ПАО «Сбербанка» прежде всего высокопроизводи-

тельные кластеры с графическими процессорами суперкомпьютера Кристофари.

Основные публикации

- Smolin A, Yamaev A, Ingacheva A, Shevtsova T, Polevoy D, Chukalina M, Nikolaev D, Arlazarov V. Reprojection-Based Numerical Measure of Robustness for CT Reconstruction Neural Network Algorithms. *Mathematics*. 2022; 10(22):4210. <https://doi.org/10.3390/math10224210>;
- Senshina D, Polevoy D, Ershov E, Kunina I. Experimental Study of Radial Distortion Compensation for Camera Submerged Underwater Using Open SaltWaterDistortion Data Set. *Journal of Imaging*. 2022; 8(10):289. <https://doi.org/10.3390/jimaging8100289>;
- Polevoy DV, Sigareva IV, Ershova DM, Arlazarov VV, Nikolaev DP, Ming Z, Luqman MM, Burie JC. Document Liveness Challenge Dataset (DLC-2021).
- J Imaging. 2022 Jun 28;8(7):181. doi: 10.3390/jimaging8070181. PMID: 35877624; PMCID: PMC9323793;
- Kamenshchikov M. Conditions for Existence of Second-Order and Third-Order Filters for Discrete Systems with Additive Noises. *Mathematics*. 2022; 10(3):370. <https://doi.org/10.3390/math10030370>;
- Bernadotte A. The Algorithm That Maximizes the Accuracy of k-Classification on the Set of Representatives of the k Equivalence Classes. *Mathematics*. 2022; 10(15):2810. <https://doi.org/10.3390/math10152810>;
- Liubov A. Varlamova, Sergey V. Erohin, Konstantin V. Larionov, and Pavel B. Sorokin Diamane Oxide.

- Two-Dimensional Film with Mixed Coverage and a Variety of Electronic Properties The Journal of Physical Chemistry Letters 2022 13 (49), 11383-11390 DOI: 10.1021/acs.jpcllett.2c02943;
7. Konstantin V. Larionov, Jose J. Pais Pereda, Songtian Li, Seiji Sakai, and Pavel B. Sorokin. Half-Metallic Heusler Alloy/MoS₂ Based Magnetic Tunnel Junction. ACS Applied Materials & Interfaces 2022 14 (49), 55167-55173. DOI: 10.1021/acsami.2c09655;
 8. Matveev, Andrei T, Liubov A. Varlamova, Anton S. Konopatsky, Denis V. Leybo, Ilia N. Volkov, Pavel B. Sorokin, Xiaosheng Fang, and Dmitry V. Shtansky. 2022. "A New Insight into the Mechanisms Underlying the Discoloration, Sorption, and Photodegradation of Methylene Blue Solutions with and without BNOx Nanocatalysts" Materials 15, no. 22: 8169. <https://doi.org/10.3390/ma15228169>;
 9. Varlamova, Liubov A., Sergey V. Erohin, and Pavel B. Sorokin. 2022. "The Role of Structural Defects in the Growth of Two-Dimensional Diamond from Graphene" Nanomaterials 12, no. 22: 3983. <https://doi.org/10.3390/nano12223983>;
 10. V. V. Zhukov, S. V. Erohin, V. D. Churkin, N. G. Vnukova, L. Yu. Antipina, V. I. Elesina, M. A. Visotin, Ye. V. Tomashevich, M. Yu. Popov, G. N. Churilov, P. B. Sorokin, and A. S. Fedorov. Feature of the Endohedral Metallofullerene Y@C₈₂ and Gd@C₈₂ Polymerization under High Pressure. The Journal of Physical Chemistry C 2022 126 (40), 17366-17373. DOI: 10.1021/acs.jpcc.2c05139.

Всего в 2022 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.

Ученые кафедры в 2022 году приняли участие в ряде международных конференций, таких как:

- The 6th International Conference «Computational Methods in Systems and Software»;
- The 7th Interdisciplinary Scientific Forum with International Participation «New materials and advanced technologies»;
- The III International Scientific Conference on «Artificial Intelligence and Digital Technologies in Technical Systems»;
- The XI International Multidisciplinary Conference «Innovations and tendencies of state of art science»;
- The VII International Conference on «Agrotechnologies, Agritech Engineering, Policy and Law for Sustainable Environmental Health»;
- The XV 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 III International Scientific Conference on «Advances in Materials, Systems and Technologies»;
- XXIX Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам;
- The 15th International Conference on Machine Vision (ICMV 2022);
- The Third International Conference Nonlinearity, Information and Robotics;
- International Conference «Computer Methods of Cognitome Analysis»;
- XIV Международный семинар «ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ» имени академика О. Б. ЛУПАНОВА.

Контактная информация

Ефимов Альберт Рувимович, заведующий кафедрой

+7 (499) 236-25-35

efimov.ar@misis.ru

Телеграм @makkawity

Бакулов Константин Станиславович, заместитель

заведующего кафедрой

bakulev.ks@mail.ru

Телеграм @bconst65



КАФЕДРА ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



**Кузнецова
Ксения Александровна,
заведующая кафедрой**

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

Кафедра осуществляет подготовку:

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

Особое внимание уделяется научно-исследовательской работе студентов. На кафедре ИКТ активно внедряются технологии проектного обучения, перевернутого учебного плана, продуктового подхода. Внедрение современных образовательных технологий позволяет повысить эффективность научно-исследовательской работы студентов на кафедре ИКТ. Основные направления студенческих

НИР: разработка цифровых двойников процессов и изделий, распределенные информационные системы, IoT, распределенный реестр, создание программного обеспечения в области AI, разработка аппаратно-программных комплексов, информационная безопасность.

В 2022 г. студентами было опубликовано более 30 тезисов докладов на научных конференциях.

Основные научные направления деятельности кафедры

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

Кадровый потенциал подразделения

На кафедре ИКТ работают 34 сотрудника, в том числе:

2 профессора доктора физико-математических наук; 11 доцентов кандидатов технических наук, 11 старших преподавателей, 3 ассистента, 7 человек учебно-вспомогательного персонала.

В их числе ведущие сотрудники научно-исследовательских лабораторий, центров и институтов РАН,

ВУЗов (ИПМ им. М.В. Келдыша, МГУ им. М.В. Ломоносова, МГТУ им. Баумана, МАИ и др.), а также преподаватели-практики, работающие в лабораториях и производственных подразделениях технологических и IT компаний (ПАО «Сбербанк», Ak Bars Digital, IEK и др.).

Подготовка специалистов высшей квалификации

Кафедра инфокоммуникационных технологий выпускает аспирантов по направлению 09.06.01 - «Информатика и вычислительная техника» профиль «Автоматизация технологических процессов и производств».

В 2022 на кафедре обучалось 4 аспиранта. Темы работ связаны с применением СВ для решения задач навигации, задачи для интеллектуальных систем в управлении процессами и определении ресурсных возможностей.

Основные публикации

- Соколов С.М. Онтологический подход в создании робототехнических комплексов с повышенной степенью автономности // Известия ЮФУ. Технические науки, 2022, №1, стр.42-59. DOI: 10.18522/2311-3103-2022-1-42-59;
- Нафиков А. М. Возможности применения нейросетевых структур обработки данных для задач навигации мобильных роботов// Перспективы науки – 2022. – №4 - С. 43-47;
- Smolin V, Sokolov S. AGI's hierarchical component approach to unsolvable by direct statistical methods complex problems. Proceedings of the 15th International Conference "Intelligent Systems" (INTELS'22), Moscow, December 14–16 (in print) ;
- Anbar Mohammad, Nassr Mohammad, Hasan Lames, Vostorgina Elena, Kolistratov Maxim High Gain, Wide Band 1*8 Microstrip Patch Antenna Array at 28GHz for 5G Communication / Proceedings of the 2022 4th International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering, REEPE 2022 DOI: 10.1109/REEPE539072022.9731454;
- Осипова Н. В. Методы и средства измерения уровня загрузки мельниц для измельчения руды//Автоматизация в промышленности. – 2022. – №10. – С. 38-44 DOI: 10.25728/avtprom.2022.10.11;
- Khalkecheva L.K., Khalkechev R.K. Automated monitoring system of transport berms condition for landslide danger in the form of subsidence. // Ugol', 2022, (4), pp. 50-52. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-4-50-52 ;
- Осипова Н. В. Методы и средства оперативного контроля химического состава сырья на конвейере//Автоматизация в промышленности. – 2022. – №12. – С. 9-14;
- Антоненко М.С. Восстановление работоспособности центрифуги Ц-30 и модернизация системы управления// Современные технологии автоматизации. - 3/22. – 2022. С. 60-64;
- Сергиенко, А. А. Проблема утилизации аккумуляторов / А. А. Сергиенко, П. В. Кислова, М. В. Колистратов // Modern Science. – 2022. – № 6-4. – С. 243-246;
- Соколов С.М. Анализ сцены в составе алгоритмического обеспечения системы технического зрения автономных наземных робототехнических комплексов // Труды международной научно-технической конференции «Экстремальная робототехника 2022» // Труды международной научно-технической конференции «Экстремальная робототехника», 2022, Т. 2, с. 78-87.

Уникальное оборудование

На кафедре ИКТ имеются уникальные установки и стенды для создания технологий цифровых двойников процессов и изделий, в том числе производ-

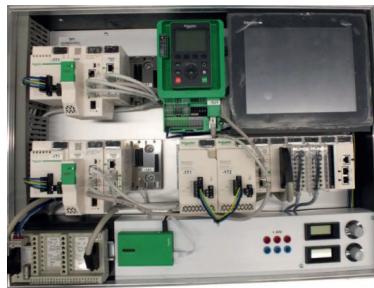
ственных, промышленной автоматизации, IoT, 3D моделирования, разработки прототипов, приборостроения.



Кольцевая аэродинамическая установка A-023

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

Установка полностью спроектирована сотрудниками кафедры ИКТ.



Стенд Schneider Electric M580

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



3D принтер Ultimaker2

Характеристики:

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

Лаборатория исследования исполнительных механизмов с микроконтроллерным управлением



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



Платформа макетирования и прототипирования схем согласования сигналов для устройств IoT

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



Тепловизор FLIR B335

Характеристики:

- температурная чувствительность 50 мК
- инфракрасное разрешение 320x240 пикселей
- цифровая видеокамера на 3,1 мегапикселей со светодиодной подсветкой

Контактная информация

Кузнецова Ксения Александровна, заведующей кафедрой

+7 (499) 230-94-67

kuznetsova.ka@misis.ru

кабинет Л-725

Стучилин Владимир Валерьевич, заместитель заведующего кафедрой

+7 (499) 230-26-33

stuchilin.vv@misis.ru

кабинет Л-939

Анисимова Марина Сергеевна, ученый секретарь

+7 (495) 955-01-40

anisimova.ms@misis.ru

Б-305



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



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

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

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

В состав института входят

- кафедра индустриальной стратегии (ИС);
- кафедра промышленного менеджмента (ПМ);
- кафедра экономики.

Область и направления научных исследований

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

На кафедре ИС формируется стратегия социально-экономического развития промышленных регионов и градообразующих предприятий, разрабатывается нормативно-методическое обеспечение недропользования в системе минерально-сырьевого комплекса, методология и научные подходы решения общих проблем развития минерально-сырьевого комплекса России. Кафедра ИС – сформировавшийся образовательный кластер, включающий различные автономные образовательные направления: Экономика, Торговое дело, Государственное муниципальное управление.

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

На кафедре Экономики основным направлением научной деятельности стали исследования в области повышения эффективности производства и

коммерциализации продукции и аналитики импортозамещения.

Одним из важнейших научных направлений работы института является непрерывная научная работа студентов, которая выполняется как в рамках учебного процесса, так и выполняемых в подразделениях института хоздоговорных научно-исследовательских работ. Студенты для своих исследований собирают информацию на производственной практике в рамках НИР и на преддипломной практике. Полученные студентами научные результаты докладываются на студенческой конференции «Дни науки НИТУ МИСИС и «Индустральный Университариум Страга». Организаторами Университариума выступают кафедра индустриальной стратегии, кафедра экономической и финансовой стратегии Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, Междисциплинарная научно-образовательная школа Московского университета «Математические методы анализа сложных систем» и Центр стратегических исследований Института математических исследований сложных систем МГУ.

В рамках данной работы все кафедры института издают ежегодные сборники научных работ студентов и аспирантов, как в печатном, так и электронном виде. В 2022 году студентами опубликовано более 150 статей и тезисов.

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

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

нение научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук и подготовка диссертации к защите.

Обучение в очной аспирантуре института осуществляется по специальностям:

- 5.2.3 «Региональная и отраслевая экономика».

Институт совместно с ЗАО «ОМК» при содействии РАЕН создал и издает профессиональный журнал «ЭКОНОМИКА ПРОМЫШЛЕННОСТИ». Журнал внесен в список ВАК, К2. В настоящее время ведется работа по включению журнала в базу цитирования ядра РИНЦ. Главным редактором журнала является академик-иностранный член РАН, проф. В.Л. Квинт.

Контактная информация

Митенков Алексей Владимирович, директор института

+7 (499) 237-16-14

mitenkov.av@misis.ru



КАФЕДРА ПРОМЫШЛЕННОГО МЕНЕДЖМЕНТА



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

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

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

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

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

Обучение на кафедре осуществляется на основе собственных образовательных стандартов высшего образования с применением современных информационных технологий. Широко используются мастер-классы и авторские программы. Применяются технологии профессиональной подготовки экономистов-менеджеров на основе ситуационного моделирования на примере действующих предприятий.

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

Получаемое на кафедре образование имеет высокий статус и имидж среди предприятий-работодателей. Стратегическими партнерами кафедры являются ведущие компании добывающей промышленности России, Чехии и Польши, предоставляющие возможность прохождения производственной практики на своих площадках с возможностью последующего трудоустройства.

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

Основные научные направления деятельности кафедры

Научно-исследовательская деятельность кафедры направлена на решение методологических проблем экономики

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

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

Кадровый потенциал подразделения

На кафедре работают 30 чел., в том числе 4 профессора (доктора наук), 5 доцентов (кандидатов наук).

Основные публикации

Web of Science

- Using Digital Tools to Teach Soft Skill-Oriented Subjects to University Students during the COVID-19 Pandemic / A. Volkov, Y. Rishko, Y. Kostyukhin [et al.] // Education Sciences. – 2022. – Vol.12, No. 5. – DOI 10.3390/educsci12050335. – EDN NPGLMZ.

Скопус

- Justification of the application of resource-saving technology for the restoration of metal-intensive rear semi-axles of trucks using hot plastic deformation / K. P. Kolotyrin, S. A. Bogatyrev, Y. Y. Kostyukhin [et al.] // Sustainability. – 2022. – Vol.14, No. 1. – DOI 10.3390/su14010016. – EDN SRSHYA.
- Forming a Risk Management System Based on the Process Approach in the Conditions of Economic Transformation / E. Sidorova, Y. Kostyukhin, L. Korshunova [et al.] // Risks. – 2022. – Vol. 10, No. 5. – DOI 10.3390/risks10050095. – EDN LRDLSQ.
- Comprehensive Assessment of Potential of the Russian Metallurgical Industry under Sanctions Pressure Semin, A.N., Brodov, A.A., Sidorova, E.Y. Steel in Translation this link is disabled, 2022, 52(8), pp. 804–808

BAK + Скопус

- Влияние кризиса на финансовый результат деятельности угольной отрасли / Д. Ю. Савон, А. Е. Сафонов, Н. О. Вихрова [и др.] // Уголь. – 2022. – № 11(1160). – С. 62-68. – DOI 10.18796/0041-5790-2022-11-62-68. – EDN MCKWDY.

- Кочешнов, А. С. Стратегические приоритеты пространственного развития ресурсно-производственного потенциала и обеспечивающей инфраструктуры угольной промышленности России / А. С. Кочешнов, И. А. Стоянова // Уголь. – 2022. – № 5(1154). – С. 55-62. – DOI 10.18796/0041-5790-2022-5-55-62. – EDN KLYCVW.

RSICI и BAK

- Комплексная оценка потенциала metallurgicheskoy promyshlennosti Rossii v usloviyakh sanktsionnogo давления / A. N. Semin, Yu. Yu. Kostyukhin, A. A. Brodov, E. Yu. Sidorova // Stаль. – 2022. – № 8. – С. 46-50. – EDN ZTMSFT.

BAK

- Сидорова, Е. Ю. Оценка инвестиционной привлекательности metallurgicheskikh kompanii / E. Yu. Sidorova, Yu. Yu. Kostyukhin // Natsionalnye interesy: prioritety i bezopasnost. – 2022. – T. 18, № 2(407). – С. 321-340. – DOI 10.24891/nii.18.2.321. – EDN NXAIGZ.
- Коршунова, Л. Н. Факторы и ориентиры рециркуляционной экономики России и построение системы управления отходами / Л. Н. Коршунова, Е. Ю. Сидорова, Ю. Ю. Костюхин // Экономика промышленности. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 276-286. – DOI 10.17073/2072-1633-2022-3-276-286. – EDN CRPATK.
- Костюхин, Ю. Ю. Вызовы и риски российской металлургии в современных условиях нестабильности / Ю. Ю. Костюхин, Е. Ю. Сидорова // Инновационное развитие экономики. – 2022. – № 6(72). – С. 45-50. – DOI 10.51832/222379842022645. – EDN BBCIFW.

Основные научно-технические показатели

Сотрудникам и кафедры за 2022 год опубликовано 58 научных и учебно-методических работ, из них 21 работа в российских научных журналах из списка ВАК, 1 работа в научном журнале, индексируемом

в базах данных RSICl, 6 в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus, 3 монографии.

Контактная информация

Костюхин Юрий Юрьевич, заведующий кафедрой

kostukhiny@misis.ru

+7 (495) 638-44-00

119049, Москва, Ленинский проспект, д.4, стр. 1, Кабинет Б-1122.



КАФЕДРА ЭКОНОМИКИ



**Елисеева Евгения Николаевна,
и.о. заведующего кафедрой
экономики, канд. экон. наук,
доцент**

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

Научно-исследовательская деятельность кафедры направлена на внедрение комплексного подхода в области повышения ресурсной эффективности и экологизации промышленных предприятий. Кафедра осуществляет организацию образовательного процесса, охватывающего методическое, практическое, творческое направления, на основе современных вызовов промышленности и сотрудничества с кафедрами технологических институтов Университета. Кафедра участвует в аналитическом исследовании и обосновании экономической эффективности предлагаемых технологических решений, выявляемых проблем.

Задачи кафедры экономики:

- активизация исследований по профилю кафедры;
- совершенствование методик преподавания фундаментальных учебных дисциплин кафедры;
- разработка и внедрение инновационных образовательных технологий по дисциплинам кафедры;
- развитие познавательного и научного интереса студентов посредством их участия в проектных исследованиях, научно-практических конференциях, аналитической деятельности, формирование навыков написания научно-исследовательских работ.
- проведение фундаментальных и прикладных исследований по профильным научным направлениям;
- активизация работы преподавателей в рамках индивидуальных кандидатских и докторских диссертационных исследований;
- подготовка магистерских и кандидатских диссертаций;
- организация научно-исследовательской работы студентов;
- разработка учебных пособий и монографий;
- публикация научных статей.

Научная работа кафедры интегрирована с образовательной деятельностью. Результаты научно-исследовательской работы кафедры активно внедряются и используются в учебном процессе кафедры и способствует повышению качества подготовки бакалавров и магистров.

Научно-исследовательская работа на кафедре интегрирует следующие виды деятельности:

Большое внимание уделяется научной работе студентов. Под руководством преподавателей студенты активно участвуют в международных, всероссийских, республиканских и внутриузовских научных конференциях и олимпиадах.

Основные научные направления деятельности кафедры

- разработка практических рекомендаций по реструктуризации производства, повышению конкурентоспособности выпускаемой металло-продукции и обеспечению устойчивого развития в условиях глобализации;
- формирование механизма устойчивого развития градообразующих промышленных предприятий в условиях современных вызовов;
- формирование механизма структурно-инновационных преобразований угольной промышленности и разработка мер по их реализации;
- формирование методического инструментария бизнес-анализа деятельности предприятий;
- формирование инструментария и применение методов управления предприятиями на основе бережливого производства;
- формирование комплексной системы оценки рисков металлургических предприятий для обеспечения их устойчивого развития;
- развитие методологии, организации и методов финансового бухгалтерского и управленческого учета;

- формирование налоговой политики организации на основе риск-ориентированного подхода;
- разработка предложений по управления финансовыми рисками и интеграционными процессами;
- детерминанты инвестиционной активности компаний на финансовых рынках;
- инвестирование: критерии, инструменты, тенденции;
- экономика знаний и цифровая экономика: инструменты и методы функционирования конкурентоспособных институтов в современном образовательном пространстве и их влияние на экономический рост и качество жизни;
- разработка методологических подходов к оценке цифровой зрелости компаний, рисков цифровой трансформации;
- развитие методов финансово-экономического контроллинга в корпорациях.

Кадровый потенциал кафедры

На кафедре работает 27 человек, в том числе: 2 профессора, д.э.н., 1 профессор, к.э.н., 13 – доцента,

к.э.н., 5 – старших преподавателей, 3 – ассистента, 3 – лаборанта. На кафедре обучается 5 аспирантов.

Основные публикации

1. Бобошко Д.Ю. Синько Д.Д. Анализ влияния изменения ключевой ставки центрального банка РФ на налогообложение в 2022-2023 гг. Налоги. 2022. № 4. С. 24-28;
2. Boboshko D. (в соавторстве) Using digital tools to teach soft skill-oriented subjects to university students during the covid-19 pandemic //Education Sciences. 2022. T.12. № 5;
3. Елисеева Е.Н. Организация эффективного управленческого учета затрат на промышленном предприятии // Экономика и управление в машиностроении № 1, 2022 с. 29-34;
4. Елисеева Е.Н. Формирование инструментария оценки устойчивого развития промышленного предприятия. // Экономика и управление в машиностроении. 2022. № 2. С. 10-14;
5. Елисеева Е.Н. (в соавторстве) Совершенствование системы методов и инструментов управленческого учета в анализе устойчивого развития корпорации // Управленческий учет № 9-1, 2022;
6. Елисеева Е.Н. (в соавторстве) Использование инструментов менеджмента качества в фи- нансовом анализе предприятия // Финансовый менеджмент № 5, 2022;
7. Ершова В.Ю., Краснобаева В.С. Электронный лом как один из факторов повышения конкурентоспособности сегмента промышленности // Научный результат. Экономические исследования. – 2022. – Т. 8. – № 3. – С. 85-98;
8. Коршунова Л.Н. (в соавторстве) Факторы и ориентиры рециркуляционной экономики России и построение системы управления отходами // Экономика промышленности. – 2022. – № 3.
9. Ульянова С. А, Бочкарев М.Р. «Прогнозирование инвестиционных потоков в условиях возможных рисков. Финансовый бизнес. - № 2 - 2022. - С. 76-78 ;
10. Shipkova O, Korshunova, L. Digital Transformation of the University as a Means of Framing Eco-Environment for Creativity and Creative Activities to Attract and Develop Talented and Skilled Persons / Timokhova, G., Kostyukhin, Y., Sidorova, E., Prokudin V., Shipkova O, Korshunova, L., Aleshchenko, O.// Education Sciences, 2022, 12(8), 562.

Основные научно-технические показатели

Количество публикаций: учебников – 5; учебных пособий – 2; в коллективных монографиях – 2; статей в

журналах – 28, статей в сборниках конференций – 5; публикации студентов (тезисы конференций) – 54.

Контактная информация
Елисеева Евгения Николаевна,
и.о. заведующего кафедрой
+7 (495) 955-01-25
eliseeva.en@misis.ru



V. ИНСТИТУТ БАЗОВОГО ОБРАЗОВАНИЯ



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

Основная задача института – обеспечение качественного образования студентов младших курсов по основным естественно-научным дисциплинам: математике, физике, химии, а также по иностранным языкам, социально-гуманитарным наукам и физической культуре. Этую задачу успешно решают 6 кафедр института: математики, физики, общей и неорганической химии, иностранных языков и коммуникативных технологий, социальных наук и технологий, физической культуры и здоровья – и 3 центра: Центр русского языка, Учебно-тренировочный спортивный центр и Образовательный центр иностранных языков. Кафедра иностранных языков и коммуникативных технологий отвечает за подготовку бакалавров и магистров по направлению «Лингвистика», кафедра физики – за подготовку аспирантов по направлению «Физика конденсированного состояния», кафедра общей и неорганической химии – за подготовку аспирантов по направлению «Обогащение полезных ископаемых». В процессе обучения применяются цифровые

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

Качественное обучение студентов обеспечивают высококвалифицированные преподаватели, среди которых 28 докторов наук и 114 кандидатов наук. Образовательную деятельность они успешно сочетают с методической и научной работой. За прошедший год было издано 5 монографий и 23 учебника и учебно-методических пособия, опубликовано

статей в рецензируемых научных журналах, индексируемых Scopus или Web of Science, – 70, журналах списка ВАК, – 85, индексируемых РИНЦ, – 128, защищено 2 патента на изобретение. Преподавателями института в 2022 г. было защищено 5 диссертаций: 4 кандидатских диссертации и 1 диссертация на соискание степени доктора наук. Ведется подготовка 10 аспирантов и 1 соискателя.

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

Область и направления научных исследований

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

Большое внимание уделяется исследованию искусственного интеллекта, современных технологий взаимодействия, их анализу и оценке влияния на социальное и экономическое развитие общества, 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.

Участие в федеральных, ведомственных, международных и других научно-исследовательских программах.

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

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

Важнейшие достижения института в научных исследованиях

Свои научные достижения преподаватели и сотрудники института освещают на ведущих отечествен-

ных и международных конференциях и выставках, что, несомненно, способствует их профессиональ-

ному росту и повышению качества преподавания. Так, в прошедшем году были сделаны доклады на 35 российских и международных научных и научно-практических конференциях, преподаватели

кафедры общей и неорганической химии представили экспозицию, аффилированную с НИТУ МИСИС, на международной выставке.

Основные научно-технические показатели

Институт активно развивает и поддерживает научно-образовательную среду. В 2022 году сотрудники института приняли активное участие в организации и проведении:

- школ повышения квалификации для преподавателей (кол-во – 4, кафедра иностранных языков и коммуникативных технологий);
- научно-практической конференции Национальной ассоциации преподавателей английского языка «Цифровые изменения в сообществе преподавателей английского языка» (кафедра иностранных языков и коммуникативных технологий);
- научно-практической конференции «Английский для специальных / академических целей и будущее высшего образования» (кафедра иностранных языков и коммуникативных технологий);
- межвузовского круглого стола «Философия и новый дизайн мира» (кафедра социальных наук и технологий).

В институте на постоянной основе работают научно-методический семинар кафедры математики под руководством академика РАН В.В. Козлова и профессоров А.А. Давыдова и А.Н. Печения, где обсуждаются последние достижения науки, новые методы и подходы в преподавании математики; учебно-научная лаборатория горно-химических процессов, обеспечивающая подготовку специалистов и кадров высшей квалификации в области процессов переработки горно-химического сырья (кафедра общей и неорганической химии). Создание этой лаборатории позволило выйти на рынок научных услуг и заключить договор на 2022-2023 г. с компанией ERG (Казахстан) на выполнение НИР объемом 4,8 млн. руб.

В 2022 г. сотрудники института получили награды за научно-инновационные достижения – 4 чел., знаки отличия – 2 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 Наталья Леонидовна, директор института

+7 (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, медиалингвистики, 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, сотрудники кафедры активно выступают в качестве оппонентов кандидатских и докторских диссертаций.

Основные научные направления деятельности кафедры

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

Кадровый потенциал кафедры

Кадровый потенциал: докторов наук – 8 человек, кандидатов наук – 44 человека, аспирантов – 7 человек.

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;
- реализация проекта “Virtual Course Design Lab: Developing a Competency Framework for Online Course Design” / U.S.-Russia Virtual University Partnerships (UniVIP);
- проведение четырех школ повышения квалификации: 1) «Перспективная модель ЕГЭ по английскому языку 2023: эффективная подготовка школьников»; 2) «Проектирование программ обучения английскому языку для специальных целей в контексте высшего образования»; 3) «Особенности преподавания иностранных языков в онлайн-среде»; 4) «Перспективы преподавания иностранных языков в онлайн-среде»;
- организация 7-й ежегодной научно-практической конференции «Английский для специальных / академических целей и будущее высшего образования» 2 июня 2022 г.

Важнейшие научно-технические достижения кафедры

- 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

В 2022 году на кафедре защитили кандидатские диссертации следующие сотрудники:

- Марченко Е.Ю.
- Никитина М.С.
- Плотникова А.А.

Докторскую диссертацию защитила Жукова Т.А.

Ведется подготовка к защите диссертации на соискание степени кандидата наук следующими преподавателями:

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

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

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

Основные публикации

1. Gorodishchev, A. V. Mobile Ethics of the Digital World: Co-evolution and Counter-etiquette // Proceedings of the 2022 Communication Strategies in Digital Society Seminar 2022, ComSDS 2022, <https://doi.org/10.1109/ComSDS55328.2022.9769142>;
2. Gorodishchev, A. V. The Value of Deeds in a Digital Society // Proceedings of the 2022 Communication Strategies in Digital Society Seminar 2022, ComSDS 2022, <https://doi.org/10.1109/ComSDS55328.2022.9769093>;
3. Lavrenova, O. On the Borderline of the Worlds: Swamps in the mythopoetic world picture of the peoples of Russia / O. Lavrenova // Shima. – 2022. – 16(2). Pp. 67–82, <https://doi.org/10.21463/shima.168>;
4. Perfilieva, O. V. “Barrier” Factors in the Framework of the Struggle of the Moscow Authorities with the Revolutionary Movement in 1905 [«Барьерные» факторы в рамках борьбы властей Москвы с революционным движением в 1905 г.] // Bylye Gody, <https://doi.org/10.13187/BG.2022.3.1405>;
5. Perfilieva, O. V. Incorporating Global Sustainable Development Goals in University’s Strategic Development: The Case of the Northern Eastern Federal University in Yakutsk // Journal of Higher Education Theory and Practice, <https://doi.org/10.33423/jhetp.v22i3.5085>;
6. Проектирование средств обучения в цифровой образовательной среде (английский язык) / Material Design in Digital Environments (English): учебник / Е. Н. Щавелева, Т. В. Потемкина, Л. В. Бондарева и др. – Москва: Издательский Дом НИТУ МИСИС, 2022;
7. Луканина, М. В. Рецензия на монографию Multimodality, Digitalization And Cognitivity in Communication and Pedagogy под ред. Н.В. Суховой, Т.В. Дубровской и Ю.А. Лобиной / М. В. Луканина // Вестник Российской университета дружбы народов. Серия: Теория языка. Семиотика. Семантика. – 2022. – Т. 13, № 3. – С. 844–852, <https://doi.org/10.22363/2313-2299-2022-13-3-844-852>;
8. Саулембекова, Г. С. Удовлетворенность студентов компонентами экосистемы вуза как фактор развития образовательной организации / Г. С. Саулембекова, А. Н. Кузнецов // Человек и образование. – 2022. – № 4(73). – С. 21–32, <https://doi.org/10.54884/S181570410023764-5>;
9. Zhang, S. Metalanguage Theory: Interpretation of Zi-Shu-Nvs’ Marriage Belief / S. Zhang, Z. D. Asratyan // Russian Studies in Culture and Society. – 2022. – Vol. 6 (4). – Pp. 82–99, <https://doi.org/10.12731/2576-9782-2022-4-82-99>;
10. Сухова, Н. В. Прагматические стратегии в речи студентов-лингвистов: концептуализация мира и дискурсивные риторические связи / Н. В. Сухова, М. М. Порчелли // Поволжский педагогический поиск. – 2022. – Вып. 3(41). – С. 93–99.

Основные научно-технические показатели

Количество публикаций: статей – 172 (в том числе в российских научных журналах из списка ВАК – 42, в научных журналах, индексируемых в базе РИНЦ – 81, индексируемых в базе Web of Science – 5, Scopus – 4), учебных пособия – 5.

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

Сотрудники кафедры приняли участие в 121 конференциях в России и за рубежом.

Уникальное 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:

Андрюшина Е.В. Премия в номинации «Реализуемые в 2022 году новые образовательные программы для иностранных граждан (в том числе программы на иностранном языке, программы для филиалов МГУ имени М.В. Ломоносова). Конкурс работ, способствующих решению задач Программы развития Московского университета в области интернационализации и развития международных связей) в 2022 году.

Луканина М.В. Премия в номинации «Образовательные мероприятия, способствующие интернационализации и получению международного опыта обучающимися, научно-педагогическими и административно-управленческими работниками. Конкурс работ, способствующих решению задач Программы развития Московского университета в области интернационализации и развития международных связей) в 2022 году.

Контактная информация

Бондарева Лилия Владимировна, заведующий 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 математике и смежных областях. Актуальные задачи функционального анализа, теории дифференциальных уравнений и оптимального управления, математических проблем квантовых технологий, важные как для развития самой математической науки, так и востребованные в приложениях при моделировании процессов различной природы, находятся в фокусе исследований сотрудников кафедры.

Основные направления деятельности сотрудников кафедры

- Качественную теорию дифференциальных уравнений и математическую теорию 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., Завьялова Т.В., к.ф.м.н., доц., Платов А.С., к.ф.-м.н., доц.);
- Разработка методов анализа стохастических моделей процессов различной природы, включая приложения к задачам теплопроводности и диффузии, финансовой математике и эконометрике (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.);
- Развитие методов гармонического анализа и теории аппроксимации функций. (Ласурия Р.А., д.ф.-м.н., проф.).

Важнейшие научно-технические достижения подразделения

Сотрудниками кафедры были получены следующие важнейшие результаты (в том числе в соавторстве):

- В области управления открытыми квантовыми системами разработан метод управления энергией квантового осциллятора, взаимодействующего с окружением, с использованием некогерентного управления и метода скоростного градиента. Предложен механизм управления с обратной связью для объяснения несимметричного транспорта в квантовом фотосинтезе. Разработан метод разделения квантовых систем с близкими спектрами в смеси в газовой фазе с использованием градиентного метода. Исследовался перенос матрицы когерентности нулевого порядка вдоль различных спиновых цепочек. Предложен и исследован метод создания состояний в двухкубитных квантовых системах с использованием некогерентного управления и метода градиентной оптимизации;
- Получено явное локальное (адельное) разложение для разности эйлеровых характеристик

векторного расслоения ранга n и тривиального векторного расслоения ранга n на алгебраической поверхности в терминах адельных матриц перехода данного расслоения. Для этого использовалось кольцо аделей на алгебраической поверхности, а также использовались канонические подъемы матриц перехода данного векторного расслоения в центральное расширение общей линейной группы степени n над кольцом аделей алгебраической поверхности при помощи группы целых чисел;

- Были продолжены качественный анализ динамики в моделях эксплуатации возобновляемых ресурсов и её оптимизация по различным функционалам качества. Для моделей, доставляемых разностными уравнениями, показано, что величина средней временной выгоды существенно зависит от свойств функции, задающей динамику ресурса. Описаны стратегии сбора, при которых достигается наибольшее значение его эффективности, которая равна пределу отношения стоимости собранного ресурса к

сумме приложенных для этого усилий. Получены условия, при которых для достижения наилучшего результата необходимо производить добычу всех когорт или только нескольких, содержащихся в структурированном ресурсе. Для распределенного возобновляемого ресурса доказано существование оптимальных режимов сбора по функционалу средней временной выгоды при постоянном и импульсном отборах;

- На основании регулярных марковских цепей исследовано изменение времени достижения консенсуса и его вариабельности при появлении в группе неформального или формального руководителя, и влияние различных факторов на структуру консенсусного решения. Выявлено, что наличие в группе лидера обеспечивает более взвешенное, учитывающее позиции других членов группы, решение. При наличии в группе формального руководителя консенсус достигается в среднем за меньшее число согласований, но при этом качество консенсусного решения может снижаться. Установлено, что вариабельность среднего числа согласований в группе больше для случая наличия в ней лидера по сравнению с наличием руководителя, что авторитарность членов группы, как один из определяющих факторов, влияет на скорость достижения консенсуса в обоих случаях (наличие руководителя или лидера): чем выше средняя авторитарность группы, тем большее число согласований в среднем требуется для обеспечения консенсуса.

Проведен анализ связи индексированных рядов линейных приростов сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. с объемом осадков текущего и предшествующего ему вегетационных сезонов в различных биотопах государственного природного биосферного заповедника «Керженский», а также заказника «Полярный круг»;

- Доказана стойкость протокола квантового распределения ключей BB84 при детекторах с несовпадающими эффективностями. Несовпада-

дающие эффективности разрушают определенные симметрии в математической постановке задачи и, в частности, затрудняют сведение задачи получения необходимых оценок на энтропийные характеристики в бесконечномерном пространстве к соответствующей задаче в конечномерном пространстве. Получено строгое обоснование такого сведения при помощи принципиально новых разработанных методов, что позволило получить необходимые оценки и доказать стойкость;

- На кафедре работает научно-методический семинар под руководством академика РАН В.В. Козлова и профессоров А.А. Давыдова и А.Н. Печёна, где обсуждаются последние достижения науки, включая достижения сотрудников кафедры, новые методы и подходы в преподавании математики;
- Найдены необходимые и достаточные условия, гарантирующие справедливость закона Марченко-Пастура для эмпирических ковариационных матриц (или матриц Грама) растущей размерности, отвечающих симметричным случайному тензорам, состоящим из всевозможных произведений фиксированной длины (равной степени тензора) величин случайной выборки. Данные исследования, в частности, мотивированы недавними результатами (Xiao, Pennington, Google Research, 2022; Misiakiewicz, 2022) о поведении прогнозного риска в современных ядерных методах машинного обучения (ядерная гребневая регрессия, нейронные сети гауссовских процессов, и др.) в различных полиномиальных режимах относительно объема выборки и размерности данных, возникающих после преобразования того, что подается на вход алгоритма, для случая, когда изначальные данные имеют равномерное распределение на сфере. Случайные тензоры в данном случае возникают в процессе разложения ядерных матриц на суммы произведений сферических гармоник, которые с точностью до унитарного преобразования оказываются близки к симметричным случайному тензорам (Яськов П.А.).

Основные публикации

1. Pechen A. N., Borisenok S., Fradkov A. L., Energy control in a quantum oscillator using coherent control and engineered environment. //Chaos. Solitons. Fractals. 2022, 164, 112687. //10.1016/j.chaos.2022.112687/;
2. Осипов Д. В., Центральные расширения и теорема Римана–Роха на алгебраических поверхностях, Математический сборник. 2022. Т. 213. № 5. С. 101–125. <https://doi.org/10.4213/sm9623>;
3. Родина Л.И. Волдеаб М.С., О способах добычи биологического ресурса, обеспечивающих максимальную среднюю временную выгоду// Известия высших учебных заведений. Математика.2022, № 1, с. 12–24. DOI: <https://doi.org/10.26907/0021-3446-2022-1-12-24>;
4. Davydov, A., Vinnikov, E. (2022). Optimal Cyclic Dynamic of Distributed Population Under Permanent and Impulse Harvesting. In: Tchemisova,

- T.V, Torres, D.F.M., Plakhov, A.Y. (eds) Dynamic Control and Optimization. DCO 2021. Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, vol 407. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-17558-9_5;
5. Аронов И.З., Максимова О.В. Лидер или руководитель: что лучше для организации?// Стандарты и качество.2022/ №1, С. 72-76/ DOI: 1035400/0038-9692-2022-1-236-21;
6. Effects of Growing Season Climatic Factors on Scots Pine Increment for the Middle Volga Region and the White Sea Coast// Russian Meteorology and Hydrology. V.47, No. 1, pp. 50–58 <https://doi.org/10.3103/S106837392201006X>;
7. A. S. Trushechkin. Security of quantum key distribution with detection-efficiency mismatch in the multiphoton case// Quantum. 6 (2022), 771, 29 pp.<https://doi.org/10.22331/q-2022-07-22-771>.

Кадровый потенциал подразделения

На кафедре работают 11 докторов наук и 23 кандидата наук; 13 старших преподавателей, 4 ассистента и 2 инженерно-технических работника.

Основные научно-технические показатели

- публикаций в российских научных журналах из списка ВАК и РИНЦ - 40;
- в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus - 23;
- конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения – 37.

Контактная информация

Давыдов Алексей Александрович, заведующий кафедрой
+7 (499) 230-70-28
davydov.aa@misis.ru



КАФЕДРА ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ



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

Основной задачей кафедры общей и неорганической химии (ОиНХ) является формирование научных знаний в области химии у студентов, обучающихся в университете по различным направлениям подготовки по всем образовательным программам.

Научные разработки кафедры сконцентрированы в области химических и физико-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 кафедры

- 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, 1 кандидат технических наук.

Основные научно-технические показатели

В рамках развития учебно-научной лаборатории горно-химических процессов, предназначенной для выполнения научно-исследовательских работ студентами и аспирантами, освоены новые методики. Даные методики позволяют проводить исследования в области очистки и анализа водных сред (реагентов и стоков), в области обогащения и переработки алмазов, углей, руд и складированных отходов с применением сорбции и экстракции, электроэкстракции.

Созданная специализированная учебно-научная лаборатория горно-химических процессов в рамках кафедры общей и неорганической химии обеспечила базу подготовки специалистов и кадров высшей квалификации в области процессов переработки горнохимического сырья с применением современных химических и физико-химических технологий. Развитие лаборатории позволило выйти на рынок научных услуг и заключить договор на 2022-2023 г. с компанией ERG (Казахстан) на

выполнение НИР объемом 4,8 млн.руб. Также создание и развитие лаборатории позволило включить кафедру ОиНХ в программу подготовки и выпуска кадров высшей квалификации НИТУ МИСИС.

Двое штатных сотрудника кафедры принимали участие в выполнении гранта РНФ «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований отдельными научными группами» (финансирование ИПКОН РАН). Один сотрудник совместитель – руководитель Гранта Президента РФ 2022–2023. «Синтез новых тиазолидин-4-онов и их спироциклических производных» (номер проекта МК-2375.2022.13).

Публикационная активность преподавателей и сотрудников кафедры проявилась в журнальных статьях в представительных изданиях и участии в научных конференциях. В 2022 г. преподавателями и сотрудниками кафедры было опубликованы: 18 научных статей,

в том числе Scopus и WoS – 16, в российских журналах из списка ВАК – 2. Зарегистрирован 1 патент.

Сотрудники кафедры принимали участие в 6 научных и научно-практических конференциях, из них 4 в России. На этих форумах было представлено 14 докладов, аффилированные с НИТУ МИСИС. Опубликовано 10 тезисов, 7 из которых представлены в базе РИНЦ.

Статьи, аффилированных с НИТУ МИСИС сотрудников кафедры – 6, в т.ч. в изданиях, реферируемых Scopus и WoS – 5.

Тезисы докладов на конференциях, аффилированных с НИТУ МИСИС сотрудников кафедры – 7.

Сотрудники кафедры представили экспозицию, аффилированную с НИТУ МИСИС на 1 выставке.

Основные публикации

1. A.N. Izmest'ev, A.N. Kravchenko, G.A. Gazieva, Synthesis and antiproliferative activity characterization of new imidazothiazolotriazine oxindolylidene derivatives containing various substituents in the oxindole ring // Chem. Heterocycl. Compd. 58 (2022) 531–538, <https://doi.org/10.1007/s10593-022-03125-3>;
2. Морозов В.В., Пестряк И.В., Коваленко Е.Г., Лезова С.П., Поливанская В.В. Повышение эффективности пенной сепарации алмазов на основе оптимизации состава собираателя и температурного режима // Горный информационно-аналитический бюллетень. -2022. -8. -С.135-147. DOI: 10.25018/0236_1493_2022_8_0_135;
3. Морозов В.В., Коваленко Е.Г., Двойченкова Г.П., Чуть-Ды В.А. Выбор температурных режимов кондиционирования и флотации алмазосодержащих кимберлитов компаундными собираателями // Горные науки и технологии. -2022. Т. 7 № 4. -С. 287-297. <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2022-10-23>;
4. Morozov V.V., Kovalenko E.G., Dvoichenkova G.P., Pestryak I.V., Lezova S.P. Selection of collector composition and temperature conditions for diamond foam separation. Journal of Mining and Metallurgy, 58 A (1) (2022) 21 – 28;
5. Чернышов М.П., Мелихова Д.О., Алексеев В.И., Черняк Д.М., Мамед-Набизаде В.В., Майборода А.Д., Сивачев А.А., Волков П.В., Полевова С.В., Брейгина М.А. Исследование спорополленина пыльцы *Corylus avellana* L. как перспективного наноматериала // Химия, физика, биология: пути интеграции : Сборник тезисов докладов IX Всероссийской научной молодежной школы-конференции, Москва, 20–22 апреля 2022 года. – Москва: Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), 2022. – С.183;
6. Коваленко Е.Г., Двойченкова Г.П., Морозов В.В. Выбор и обоснование режимов кондиционирования водно-минеральных систем при обогащении алмазосодержащих кимберлитов // В сборнике: Современные проблемы комплексной и глубокой переработки минерального сырья природного и техногенного происхождения (Плаксинские чтения – 2022). Материалы международной конференции. 2022. С. 102-104;
7. Izmest'ev A. N., Streltsov A. A., Karnoukhova V. A., Kolotyrkina N. G., Strelenko Yu. A., Kravchenko A. N., Gazieva G. A. 5-Indolylidene-2-iminothiazolidin-4-ones – Convenient Starting Compounds for Stereoselective Synthesis of Novel Dispirooxindole Derivatives // ChemistrySelect 2022, 7(2), e202104128. IF 2.307 <https://doi.org/10.1002/slct.202104128>;
8. Izmest'ev A. N., Anikina L. V., Zanin I. E., Kolotyrkina N. G., Izmalkova E. S., Kravchenko A. N., Gazieva G. A. Design, synthesis and in vitro evaluation of the hybrids of oxindolylidene and imidazothiazolotriazine as efficient antiproliferative agents // New J. Chem. 2022, 46(24), 11632–11647. IF 1.490 <https://doi.org/10.1039/D2NJ01454H>;
9. Izmest'ev A. N., Motornov V. A., Vinogradov D. B., Ioffe S. L., Kravchenko A. N., Gazieva G. A. Tandem Michael addition/elimination – novel reactivity of pyridinium ylides in reaction with electron-deficient alkenes // Org. Chem. Front., 2022, 9(18), 4998–4005. IF 5.456 <https://doi.org/10.1039/D2Q00091K>;
10. Izmest'ev A. N., Kravchenko A. N., Gazieva G. A. Synthesis of oxindolylidene derivatives of 1,3-dimethyl-3a,9a-diphenylimidazo[4,5-e]thiazolo[2,3-c]triazine by skeletal rearrangement of imidazo[4,5-e]thiazolo[3,2-b]triazines // Mendeleev Commun. 2022, 32(5), 678–679. IF 1.837 <https://doi.org/10.1016/j.mencom.2022.09037>.

Контактная информация

Пестряк Ирина Васильевна, и.о. заведующий кафедрой

+7 495 638-44-50; +7 495 638 46 24

inorgchem@misis.ru

Крымский вал, д. 3, корпус «К», аудитории К-320 и К-318



КАФЕДРА ФИЗИКИ



**Ушаков Иван Владимирович,
и.о. заведующего кафедрой
физики, д-р техн. наук,
профессор академии РАЕН**

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

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, охватывающие раздел физики: «Оптика и атомная физика».

Целью образовательного процесса кафедры физики является подготовка студентов различных специальностей к процессу освоения профессио-

нальных знаний в различных областях науки и техники, пониманию физических процессов окружающего мира, адаптации к современным реалиям рынка труда.

Кафедра физики занимается подготовкой бакалавров и специалистов, обучающихся по инженерным специальностям, а также аспирантов обучающихся по

группе научных специальностей 1.3. «Физические науки», наименование научной специальности «Физика конденсированного состояния». Эффективность аспирантуры 100%. Подготовка высококвалифицированных научных и педагогических кадров относится к перспективным направлениям работы кафедры физики.

Основные научные направления деятельности кафедры

Научно-исследовательская деятельность кафедры физики проводится по различным направлениям. Одно из них – 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.

Другое научное направление связано с изготовлением труб большого и малого диаметра газо- нефтепромышленности, основанное на аналитической методике расчета остаточных напряжений листовой заготовки при ее изгибе на турбомарковочном

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: 2 чел.

Кандидатов наук: 17 чел.

Аспирантов: 3 чел.

Важнейшие научно-технические достижения подразделения

Установлен механизм формирования механических свойств поверхностных слоев материала за счет теплового воздействия, инициируемого серией наносекундных лазерных импульсов, заключается в искажении теплового фронта и неоднородности нагрева локальных областей с повышенной пористо-

стью. Показана возможность избирательного воздействия лазерного излучения на дефектные области и системы дефектов возрастает в случае обработки поверхности короткими импульсами с интервалом, достаточным для охлаждения материала.

Избирательность воздействия лазерного излучения может реализовываться при обработке поверхности согласно двум алгоритмам. Первый алгоритм основан на последовательной обработке поверхности материала с контролем теплового режима, при

этом ограничена общая энергия импульса, частота следования импульсов и плотность мощности. Второй алгоритм заключается в создании нескольких перекрывающихся матриц облученных участков за несколько циклов обработки.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ

По результатам конкурса аспирант кафедры физики Ошоров Аюр Дащеевич получил стипендию Правительства Российской Федерации по приоритетным

направлениям на 2022-2023 учебный год (приказ № 3336ст от 11.07.2022).

Подготовка специалистов высшей квалификации

В 2022 году кандидатская диссертация «Механизмы и закономерности формирования механических свойств поверхностных слоёв металлических спла-

вов при селективной лазерной обработке» защищена аспирантом кафедры физики Симоновым Ю.В.

Эффективность аспирантуры 100%.

Основные публикации

1. W. Zhiqiang, P. Balabanov, D. Muromtsev, I. Ushakov, A. Divin, A. Egorov, A. Zhirkova, Y. Kucheryavii, A System for the direct monitoring of biological objects in an ecologically balanced zone // Drones. 7-1 33. <https://doi.org/10.3390/drones7010033>;
2. B. Walls, O. Murtagh, S.I. Bozhko, A. Ionov, A.A. Mazilkin, D. Mullarkey, A. Zhussupbekova, D.A. Shulyatev, K. Zhussupbekov, N. Andreev, et al., VOx Phase mixture of reduced single crystalline V_2O_5 ; VO_2 . Resistive Switching // Materials. 15 (2022) 7652. <https://doi.org/10.3390/ma15217652>;
3. O. Rogachev, V.A. Andreev, V.S. Yusupov, S.A. Bondareva, V.M. Hatkevich, E.V. Nikolaev, Effect of rotary forging on microstructure evolution and mechanical properties of aluminum alloy / copper bimetallic material // Metals and Materials International. 28 (2022) 1038-1046. <https://doi.org/10.1007/s12540-020-00964-7>;
4. V.N. Shinkin, Analytical calculus of sheet curvature on four-roll mills at tubes production // CIS Iron and Steel Review. 23 (2022) 50-55. <https://doi.org/10.17580/cisisr.2022.01.10>;
5. I.S. Safronov, I.V. Ushakov, V.I. Minaev, Influence of environment at laser processing on microhardness of amorphous-nanocrystalline metal alloy // Materials Science Forum, 1052 (2022) 50–55. <https://doi.org/10.4028/p-wjsns4>;
6. I.V. Ushakov, A.D. Oshorov, Viscosity of microdestruction of multilayer composite and method of its revealing // Materials Science Forum. 1052 (2022) 110-115. <https://doi.org/10.4028/p-5q4060>;
7. I.F. Uvarova, Laser-induced vacancies-relief ordered structures on titanium surface // Materials Science Forum. 1052 (2022) 56-61. <https://doi.org/10.4028/p-6unpf0>;
8. I.A. Dyakov, I.S. Safronov, Multi-walled carbon nanotubes in electrolytic chromium plating // Materials Science Forum 1052 (2022) 189–93. <https://doi.org/10.4028/p-kddh72>;
9. I.A. Dyakov, I.S. Safronov, Carbon nanomaterials in electrochemical coatings of machinery products // Key Engineering Materials. 910 (2022) 834–840. Trans Tech Publications, Ltd. <https://doi.org/10.4028/p-z9adp0>;
10. V.A. Trofimov, Yu.A. Filippov, I.M. Zakorshenniy, I.L. Kharitonov, D.I. Blokhin, Modeling interaction of rock mass and chemically anchored rock bolts to assess their load-bearing capacity in different fixation conditions // Mining Informational and Analytical Bulletin. 1 (2022) 35–48 https://doi.org/10.25018/0236_1493_2023_1_0_35

Основные научно-технические показатели

- публикаций:
 - в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 11;

– в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 11;

- защищенных кандидатских диссертаций – 1;
- премий и наград за научно-инновационные исследования – 1;
- патентов – 1 (Ушаков И.В., Дьяков И.А. Ошоров А.Д. Свидетельство о государственной ре-

гистрации программы для ЭВМ № 2022662069 «Расплав 1.0». Заявка № 2022660610, дата поступления 10 июня 2022 г. Дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 29 июня 2022 г.).

Контактная информация

Ушаков Иван Владимирович, и.о. заведующего кафедрой

ushakov.iv@misis.ru

+7 (499) 230 -24 -69



ЦЕНТР РУССКОГО ЯЗЫКА



Подвойская Наталья
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 деловому русскому языку 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 дополнительного профессионального образования в сфере методики преподавания русского языка как иностранного;
- разработка концепции внеаудиторной работы;
- внедрение новых технологий и активных методов обучения.

Кадровый потенциал центра

6 кандидатов наук

Важнейшие научно-технические достижения подразделения

- проведение научно-методических семинаров с преподавателями профильных дисциплин, работающими с иностранными студентами;
- проведение внутри межвузовских олимпиад и конкурсов для российских и иностранных обучающихся;
- продвижение бренда университета благодаря использованию учебных материалов, созданных с учетом реалий НИТУ МИСИС;
- внедрение программы языковой поддержки иностранных учащихся всех уровней (от подготовительного отделения до аспирантуры и постдоков);

Основные публикации

1. Malyshkina, E., V; Kolesnikov, I. N.; Angelova, M. N.; Vermenskaya, E. A.; Meier, L. Kh. Anabaptists during the period of the North Caucasus colonization in the second half of the 19(th) – early 20(th) century // Voprosy Istorii. – 2022. – № 11. – p. 52-59. Идентификационный номер: WOS: 000890487300006 DOI: 10.31166/ VoprosyIstorii i202211Statyi35;
2. Litwinowa M., Gasanbekov S., Lawrencenko S., Shtukareva E., Borodina M., Golubeva T. Improving the stylistic and grammar skills of future translators, depending on the use of electronic editors and methods of working with the text in the translation process // Revista Conrado. 2022. T. 18. № 86. C. 125-130;
3. Верменская Е.А., Малышкина Е.В., Климова Н.Ю. Английский язык в гостиничном бизнесе / English in the hotel business. – М.: Кнорус, 2022. – 164 с. ;

4. Абрамова К.Е., Верменская Е.А. Диалектные лексемы, обозначающие места обитания медведя в русской языковой картине мира // Филологический аспект: международный научно-практический журнал. 2022. №04 (84); Режим доступа: <https://scipress.ru/philology/articles/dialektnye-leksemy-oboznachayushchie-mesta-obitaniya-medvedya-v-russkoj-yazykovoj-kartine-mira.html>;
5. Асатрян Е.Л., Верменская Е.А. Сравнительно-сопоставительный анализ орфоэпического компонента словарных статей // На пересечении языков и культур. Актуальные вопросы гуманистического знания. – 2022. – №3(24). – С. 9-15;
6. Тимошенко Т.Е. Основы практической риторики: учеб. пособие / Москва: ФЛИНТА, 2022. – 132 с;
7. Тимошенко Т.Е., Штукарева Е.Б. Использование возможностей LMS Canvas при реализации балльно-рейтинговой системы (на материале курса «Русский язык и культура речи») // Педагогика. Вопросы теории и практики. 2022. Т. 7. № 7. С. 722-730;
8. Тимошенко Т.Е. Об организации курса «Основы практической риторики» в НИТУ «МИСИС»// Риторика и речекоммуникативные дисциплины в науке и практике современного общества: Сборник материалов XXV Международной научной конференции по риторике (2–4 февраля 2022 г.) / составители-редакторы: В. И. Аннушкин, А. Г. Жукова, Л. В. Селезнева. – Москва: Гос. ИРЯ им. А. С. Пушкина, 2022. – С.356-359;
9. Тимошенко Т.Е., Штукарева Е.Б. Возможности художественных и занимательных текстов при изучении иностранцами темы «Путешествие» // Система непрерывного филологического образования: школа-колледж-вуз. Современные подходы к преподаванию дисциплин филологического цикла в условиях полилингвального образования. Сборник научных трудов по материалам XXII Всероссийской с международным участием научно-практической конференции. Под редакцией В.Ф. Аитова, Х.Х. Галимовой, Н.У. Халиуллиной, Ю.А. Шаниной. Уфа, 2022. С. 61-64;
10. Штукарева Е.Б., Чушникова Н.В. Синонимические отношения в лексико-семантической группе глаголов, обозначающих перемещение субъекта в пространстве (на материале русских говоров на территории Мордовии) // Актуальные проблемы диалектологии языков народов России. сборник материалов XIX Международной научной конференции. 2022. С. 375-376.

Основные научно-технические показатели

- количество публикаций: статей – 13 (в т.ч. в научных журналах, индексируемых WoS/Scopus, – 2, в изданиях, входящих в перечень ВАК, –2; в базу РИНЦ, –7; учебников, учебно-методических пособий – 2);
- количество конференций, в которых приняли участие сотрудники центра, – 9;
- прошли повышение квалификации – 8 чел., международную стажировку (Варненский свободный университет) – 2 чел.

Контактная информация

Подвойская Наталия Леонидовна, директор центра

+7 (495) 638-45-56

russian_centre@misis.ru

Б-136, Г-598



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 СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ



Панкратенко Александр Никитович, заведующий кафедрой, профессор, д-р техн. наук, лауреат премии правительства РФ в области образования, лауреат премии правительства РФ в области науки и техники, почетный строитель России

Кафедра «Строительство подземных сооружений и горных предприятий» проводит подготовку специалистов по направлению 21.05.04 «Горное дело», специализации «Подземное строительство», и реализует заочную форму обучения. Совместно с институтом ИТКН проводит подготовку магистров по направлению 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль «BIM-технологии в проектировании и строительстве» и аспирантов по направлению 21.06.01 «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых».

В 2022 году кафедра СПСиГП увеличила свои показатели по программе заочной формы обучения и дополнительного профессионального образования, что свидетельствует о востребованности специализации в комплексе градостроительной политики г. Москвы.

40,8 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 г.

Большое внимание учеными кафедры уделяется и проблемам городского подземного строительства, кафедра участвует в разработке технологических регламентов при строительстве метрополитена, обследовании тоннельной обделки, разработке специальных способов строительства и др.

В этом же году кафедра СПСиГП продолжила наращивать объемы научных исследований в Норильском промышленном районе. В рамках научного сопровождения и мониторинга самого глубокого ствола на постсоветском пространстве «СКС-1» (2048метров) рудника «Скалистый» выполнена комплексная оценка напряженно-деформированного

состояния крепи на различных стадиях горнопроходческих работ. Проведено обследование ствола ВС-5 рудника «Таймырский», на основании которого даны рекомендации повышению безопасности его дальнейшей эксплуатации.

Кафедра активно внедряет информационные технологии в научную деятельность и учебный процесс. В 2023 состоится третий выпуск магистров по программе «BIM-технологии в проектировании и строительстве», при этом большинство выпускников трудоустроены в научно-исследовательские центры и в строительные организации г. Москвы.

Наиболее крупные проекты

Наименование темы	Финансирующая организация	Общий объем, руб.	Выполненный объем 2022 года, руб.
Научное сопровождение строительства и эксплуатации ствола СКС-1 рудника «Скалистый» ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель» проекта «Вскрытие, подготовка и отработка богатых и медистых руд залежи С-2 Талнахского месторождения и С-5, С-5л, С-6, С-6л Октябрьского месторождения	Тиссен Шахтбау ГмбХ	37 632 674,00	5 398 901,00
Геомеханический мониторинг и научное сопровождение горнопроходческих работ по восстановлению крепи ствола ВС-5 рудника «Таймырский» ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель»	УС-30 АО	28 493 965,12	8 260 000,00

Наименование темы	Финансирующая организация	Общий объем, руб.	Выполненный объем 2022 года, руб.
Научное обоснование параметров системы мониторинга и геотехнический мониторинг (видеонаблюдение и контроль деформаций по стыковермерам и наклономерам) за действующими сооружениями метрополитена по объекту: «Северовосточный участок Третьего пересадочного контура (ТПК) ст. «Нижняя Масловка» - ст. «Авиамоторная».Этап 1.1.2.1 «Пересадка на действующую станцию «Электрозводская» Арбатско-Покровской линии Московского метрополитена»	УСМ-ИНЖИНИРИНГ ООО	7 669 000,00	3 600 000,00
Проектирование и технология проведения горных выработок в сложных геологических и гидрогеологических условиях	ЭЛЬГАУГОЛЬ ООО	6 800 000,00	6 800 000,00
Разработка Технологических Регламентов на проходку перегонных тоннелей линии метрополитена от ст. «ул. Новаторов» до ст. «Севастопольский проспект»,на участках от ст. «ул. Строителей» до ст. «Академическая»,от ст. «ул. Строителей» до ст. «ул. Новаторов»и от ст. «Севастопольский проспект» ТПМК фирмы «Herrenknecht»	ТРАНСИНЖСТРОЙ АО	3 500 000,00	3 500 000,00
Научное обоснование и разработка специальных технических условий на проектирование объекта: «Рудник «Таймырский». Восстановление крепи и работоспособности ствола ВС-5» с получением согласования проекта СТУ в Минстрое РФ. Оказание консультационных услуг в Главгосэкспертизе при прохождении экспертизы ПД, разработанной на основании СТУ	НИАС-ЦЕНТР ООО	6 800 000,00	6 800 000,00
Производство геофизических изысканий по объекту: площадка расположения Главного корпуса ИФЦ ТОФ ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель» в осиах 1-37,ряды А-Д по проекту «Реконструкция и техническое перевооружение ТОФ с увеличением мощности до 18 млн. тонн в год по сумме руд. Корректировка З Пускового комплекса» Шифр/ ТОФ-РФ ЗПК/»	НН ДЕВЕЛОПМЕНТ ООО	3 800 000,00	3 800 000,00
Обследование конструкций автодорожного тоннеля «Новокутузовской ТТК»	ИНЖИНИРИНГ ГРУПП ООО	1 176 000,00	1 176 000,00
Разработка научно-технического заключения по оценке безопасности сооружения участка тоннелей и пешеходного перехода под зданием по адресу: г.Челябинск,проспект Ленина,дом 57 по объекту «Строительство линии скоростного транспорта в городе Челябинске»	МОСПРОМПРОЕКТ АО	490 000,00	490 000,00
«Научно-техническое сопровождение проектирования несущих конструкций» объекта - «ООО «Медно-рудная Компания» Шайтанский подземный рудник. Вскрытие и отработка запасов Ново-Шайтанского месторождения медно-колчеданных руд» на стадии «Проектная документация». Техническое консультативное сопровождение проектирования.	МРК ООО	700 000,00	700 000,00
Проверка расчета устойчивости крепи ствола ВС-5 на предмет актуальности ранее принятых проектных решений с проведением выборочных проверочных расчетов крепи	УС-30 АО	290 000,00	290 000,00

Контактная информация

Панкратенко Александр Никитович, заведующий кафедрой

+7 (499) 230-72-96, +7 (499) 230-24-57

sps@misis.ru

119049, Москва, Ленинский проспект, д.6, стр. 1, Г-526



КАФЕДРА ЭНЕРГЕТИКИ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



Кутепов Антон Григорьевич,
и. о. заведующего кафедрой,
канд. техн. наук

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; цифровизации электротехнических комплексов и систем; энергосбережения и повышения энергоэффективности.

1,28 млн руб.

Общий объем финансирования
научно-исследовательских
работ в 2022 г.

Основные научные направления деятельности кафедры

- Исследование энерготехнологических процессов предприятий, разработка и внедрение систем энергетического менеджмента;
- Исследование и повышение эффективности процессов энергопотребления на предприятиях минерально-сырьевого комплекса;
- Научные основы рационального электропривода горных машин и механизмов;
- Исследование и повышение уровня функционирования электрических сетей и электрооборудования 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;
- Исследование квазирезонансных режимов и обоснование параметров систем управления электроприводами горных машин и установок.

Кадровый потенциал подразделения

На кафедре работают: 8 профессоров, 7 доцентов, 4 старших преподавателя, 2 ассистента, 2 учебных мастера.

Из них: 8 докторов технических наук, 12 кандидатов технических наук.

На кафедре обучаются 12 аспирантов.

Важнейшие научно-технические достижения

Научно-техническое обоснование технических мероприятий и внедрение защитных устройств, обеспечивающих снижение аварийного простоя высокопроизводительного технического оборудования предприятий с открытой разработкой полезных ископаемых.

Повышение энергоэффективности функционирования систем электроснабжения со снижением аварийного простоя высокопроизводительного технологического оборудования предприятий с открытой разработкой полезных ископаемых.

Основные публикации

1. Petrochenkov A., Romodin A., Leyzgold D., Kokorev A., Kokorev A., Lyakhomskii A., Perfil'eva E., Gagarin Y., Shapranov R., Brusnitsin P., Ilyushin P. Investigation of the Influence of Gas Turbine Power

Stations on the Quality of Electric Energy in the Associated Petroleum Gas Utilization // Sustainability. – 2022. – Vol.14(1). – 299. DOI: 10.3390/su14010299;

2. Lyakhomskii A., Petrochenkov A., Romodin A., Perfil'eva E., Mishurinskikh S., Kokorev A., Kokorev A., Zuev S. Assessment of the Harmonics Influence on the Power Consumption of an Electric Submersible Pump Installation // Energies. – 2022. – Vol. 15. – 2409. DOI: 10.3390/en15072409;
3. Lyakhomskii, A.V., Petrochenkov, A.B., Petukhov, S.V., Perfileva, E.N. Consulting on energy management systems in mining industry. Eurasian Mining, 2022, 38(2), pp. 30–33. (Q1);
4. Babokin G I, Shevyreva N Y, Shevyrev Y. V. The use of frequency converter and active rectifier of voltage for the power quality improvement in coal longwalls. Eurasian mining -2022, 1 (37), c. 79-84;
5. Шпрехер Д. М., Бабокин Г. И., Зеленков А. В. Нейросетевой алгоритм настройки ПИ-регулятора в системе управления очистного комбайна. Мехатроника, автоматизация, управление. 2022. Том 23, № 1. С.13- 22;
6. Карпенко С.М., Карпенко Н.В., Безгинов Г.Ю., Ематьин Е.А. Моделирование электропотребления экскаваторов угольного разреза на основе анализа временных рядов // Энергобезопасность и энергосбережение, 2022. - №6, С. 38-44;
7. Решетняк С.Н., Кубрин С.С., Закоршменный И.М., Карпенко С.М. Имитационное моделирование режимов работы оборудования комплексно-механизированного забоя угольной шахты//Устойчивое развитие горных территорий. 2022 (2): 286 – 294.

Основные научно-технические показатели

- количество публикаций: учебное пособие – 2; статей – 38, в том числе: в российских научных журналах из списка ВАК – 14, в научных журналах, индексируемых в базе данных Scopus – 18;
- количество объектов интеллектуальной собственности – 10;
- защита кандидатской диссертации – 1;
- участие в 3 конференциях, в том числе международных.

Контактная информация

Кутепов Антон Григорьевич, и.о. заведующего кафедрой

+7(906)707-73-49

kutepov.ag@misis.ru

Каб. Л-715а



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 прикладных задач современного горно-обогатительного производства и фундаментальных проблем комплексной глубокой переработки и обогащения минерального сырья природного и техногенного происхождения. Решение этих актуальных задач основано на современных методах прогнозной минералого-технологической оценки труднообогатимого минерального сырья; на разработке новых высокоеффективных, энергосберегающих процессов и технологий рудоподготовки и селективной дезинтеграции тонковкрапленных руд сложного состава; повышением контрастности технологических свойств минералов на основе применения селективно действующих реагентов и их сочетаний, физико-химических и энергетических воздействий; создании новых экологически безопасных технологических процессов переработки труднообогатимого минерального и техногенного сырья на основе комбинирования традиционных методов обогащения с пиро- и гидрометаллургией.

Основные научные направления деятельности кафедры

- 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 глубокой биогидрометаллургической переработки минерального сырья природного и техногенного происхождения;
- Исследование и разработка научно-технологических решений, направленных на создание комбинированных технологий глубокого обогащения труднообогатимых руд, черных, цветных, редких и благородных металлов, техногенного сырья, основанных на сочетании процессов флотации, гравитации, магнитной и электрической сепарации с гидрометаллургическими;
- Разработка научно-методических основ комплексной, экологически безопасной переработки минерального сырья техногенного происхождения и твердых коммунальных отходов позволит создавать технологии извлечения ценных компонентов из образующихся и накапленных (лежальных) отходов горно-металлургических, горно-химических производств, топливно-энергетического комплекса, твердых отходов мегаполисов, включая рециклинг отработанных вторичных химических источников тока, с получением востребованной в различных отраслях промышленности товарной продукции.

Важнейшие научно-технические достижения

На основе исследования вещественного состава и обогатимости проб лежальных хвостов обогащения медно-никелевых руд Норильского региона разработана технология их гравитационно-флотационной переработки с доизвлечения цветных и благородных металлов;

- Проведены тестовые испытания по подбору флотационных реагентов и определению оптимальных параметров работы участка флотационного обогащения сульфидной оловосодержащей руды, обеспечивающих максимальное удаления мышьяксодержащих минералов (арсенопирита и лёллингита) из медного концентрата;

- Изучен механизм взаимодействия трудноокисляемых сульфидов (молибденита, стибнита, галенита) с исследованиями ионогенными сульфидрильными собирателями имеет общий признак – образование прочных поверхностных соединений сложного состава;
- Проведены исследования и разработана лабораторная технология выделения из отработанных химических источников тока (литий-ионных аккумуляторов) «черной массы», содержащей литий, кобальт, никель и другие ценные компоненты с целью дальнейшей пиро- или гидрометаллургической ее переработки. Технология отличается применением мокрых процессов, что значительно снижает испарение токсичных

- легковоспламеняемых органических электролитов и снижает как вредное воздействие на органы дыхания персонала, так и пожароопасность процесса. Полученная опытная партия (25 кг) «чёрной массы» передана Заказчику (АО «ВНИИХТ»);
- Проведены комплексные минералого-технологические исследования кварц-полевошпато-

вых и кварц-сернистых руд месторождений Куанг Нам и Хатинь Вьетнама, направленные на оценку возможности получения из данного вида сырья востребованной товарной продукции. Предложены технологии комплексной переработки этих руд, разработаны схемные решения и режимные параметры.

Выполнение хоздоговорных и бюджетных работ

В 2022 году на кафедре ОПИ выполнялись:

1. № 1654012 «Разработка эффективной технологии обогащения лежальных хвостов хвостохранилища №1 НОФ для действующей обогатительной фабрики «Нординвэс». Руководитель – Юшина Т.И., объем финансирования – 5,9634 млн руб., этапы 4, 5 – 2,38536 млн руб.;
2. № 8654301, Грант РНФ №22-27-00102 «Изучение механизма взаимодействия сульфидных собирателей разной ионогенности с трудноокисляемыми сульфидами цветных металлов и сопутствующими сульфидами в контролируемых окислительно-восстановительных условиях». Руководитель – Игнаткина В.А., объем финансирования – 1,5 млн руб.;
3. № 1654014 «Тестовые испытания по подбору флотационных реагентов и определение оп-

тимальных параметров работы участка флотационного обогащения для максимального удаления мышьяксодержащих минералов (арсенопирита и леллингита) на оловосодержащей руде месторождения ООО «Правоурмийское». Руководитель – Шехирев Д.В., объем финансирования – 1,5 млн руб.;

4. № 1654015 «Изготовление опытной партии «чёрной массы» из отработанных литий-ионных аккумуляторов». Руководитель – Юшина Т.И.

5,0 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 г.

Основные научно-технические показатели

- количество публикаций в научных журналах – 25;
- количество конференций, в которых участвовали сотрудники кафедры – 5.

Основные публикации

1. Ya K.Z., Goryachev B., Adigamov A., Nurgalieva K., Narozhnyy I. Thermodynamics and Electrochemistry of the Interaction of Sphalerite with Iron (II)-Bearing Compounds in Relation to Flotation. Resources. 2022; 11(12):108. <https://doi.org/10.3390/resources11120108> (Q1);
2. Elkamel R.S., Fekry A.M., Ghoneim A.A., Filippov L.O. Electrochemical corrosion behaviour of az91e magnesium alloy by means of various nanocoatings in aqueous peritoneal solution: in vitro and in vivo studies. Journal of Materials Research and Technology. 2022. Vol. 17. p. 828-839. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2022.01.007> (Q1);
3. Nikolaev A.A. The physical characterization and terminal velocities of aluminium, iron and plastic bottle caps in a water environment. Recycling. 2022. Vol. 7 № 3. <https://doi.org/10.3390/recycling7030028> (Q2);
4. Исмагилов Р.И., Чантурия Е.Л., Шехирев Д.В. ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ ОБОГАЩЕНИИ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ. Устойчивое развитие горных территорий. 2022. Т.14, № 4. С. 529–545. DOI: 10.21177/1998-4502-2022-14-4-529-545 Scopus, (Q2);
5. Nikolaev V.A., Nikolaev A.A. Recent trends in telerehabilitation of stroke patients: a narrative review. Neurorehabilitation. 2022. Vol. 51. № 1. p. 1-22. <https://doi.org/10.3233/NRE-210330> (Q2);
6. Yushina T.I., Dumov A.M., Makavetskas A.R. Study of the material composition of lead-zinc ore of

- the Shalkiya deposit in order to determine the possibility of its processing. Non-ferrous Metals. 2022. 53(2), pp. 8–14 <https://doi.org/10.17580/nfm.2022.02.02> (Q2) ;
7. Yushina T.I., VAN TRONG N., Dumov A.M., Thuy N.T. Technology for processing quartz–sericite ore by selective grinding and flotation. Eurasian Mining. 2022, 38(2), pp. 44–49. <https://doi.org/10.17580/em.2022.02.11> (Q2) ;
 8. Yushina T.I., Shchelkunov S.A., Malyshev O.A. Justification of applying collectors from the class of unsaturated tertiary alcohols in flotation of gold-bearing sulphide ores. Non-ferrous Metals, 2022, 52(1), pp. 3–10. <https://doi.org/10.17580/nfm.2022.01.01> (Q2) ;
 9. Yushina T.I., Trong N.V., Dumov A.M., Thuy N.T. A study on the possibility of processing quartz–sericite ore of the Ha Tinh deposit in Vietnam. Obogashchenie Rud, 2022, 2022(1), pp. 8–13. <https://doi.org/10.17580/or.2022.01.02> (Q3) ;
 10. Yushina T.I., Thuy N.T., Dumov A.M., Van Trong N. A study on the possibility of processing quartz–feldspar ore of the Quang Nam deposit in Vietnam. Obogashchenie Rud, 2022, 2022(6), pp. 3–8. <https://doi.org/10.17580/or.2022.06.01> (Q3).

Подготовка специалистов высшей квалификации

Выпущен 1 аспирант по направлению 21.06.01 «Геология, разведка и разработка полезных ископа-

емых», квалификация «Исследователь. Преподаватель-исследователь» (Корж Виктория Романовна).

Уникальное оборудование

Электронный микроскоп с системой энергодисперсионного микроанализа (микрозонд) для автоматизированного минералогического анализа (MLA), Стол сухого трения для разделения по форме частиц, Дробилка щековая «Rocklabs Boid», Мельница кольцевая, Сепаратор центробежный «Falcon», Стол

концентрационный доводочный «Gemeni», Сепаратор валково-ленточный магнитный высокоинтенсивный (напряженность поля 900 кА/м), Сепаратор барабанный магнитный высокоинтенсивный (напряженность поля 900 кА/м).

Контактная информация

Юшина Татьяна Ивановна, заведующий кафедрой
+7(499) 230-24-46, +7(499) 230-27-15;
yushina.ti@misis.ru, mineralprocessing@misis.ru
119049, Москва, Ленинский проспект, д. 6, ауд. Л-225.



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 НУИЛ «Физико-химии углей» направлена на решение фундаментальных проблем генезиса и метаморфизма твердых горючих ископаемых, физики и химии углей, изучения природы разномасштабной нарушенности углей методами микро- и наноиндентирования, проблем рационального природо-пользования 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 лаборатории

- Изучение вещественного состава, физических, физико-химических и механических свойств углей, а также содержания в них потенциально опасных элементов;
- Моделирование физических процессов в неоднородных материалах на основе современных методов многомасштабного моделирования;
- Разработка технологических решений по использованию гуминовых кислот твердых горючих ископаемых для очистки промышленных грунтов и сточных вод от тяжелых металлов и других экотоксикантов;
- Разработка методов и средств оценки эндогенной пожароопасности углей;
- Разработка методов и средств управления пылением углей на угольных предприятиях и терминалах;
- Разработка технических решений по предотвращению окисления углей при их хранении;
- Проведение работ по оценке содержания опасных и ценных макро- и микроэлементов в углях и отходах их добычи, переработки и сжигания;
- Разработка методов и средств управления отходами добычи и переработки углей для целей рекультивации техногенно нарушенных земель;
- Стандартизация и метрология в области твердого минерального топлива.

Кадровый потенциал подразделения

В лаборатории работают: 1 – ведущий научный сотрудник; 1 – старший научный сотрудник; 1 – научный сотрудник, 1 – младший научный сотрудник; 6 – ведущих экспертов научного проекта; 3 – ведущих инженеров научного проекта; 7 – инженеров научного проекта, 3 – лаборанта-исследователя,

из них: 2 доктора технических наук, 1 доктор химических наук, 2 – кандидата физико-математических наук (1 из них PhD, прикладная математика), 5 кандидатов технических наук, 1 кандидат химических наук, 2 – аспиранта, 1- магистрант, 3 – студента.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ

Всего выполнено 10 работ. Заказчики: Министерство энергетики РФ, Российский научный фонд, Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, ФГБУ «Институт стандартизации», АО «УК «Кузбассразрезуголь», АО «СЖС Восток Лимитед», ООО «НОРД Инжиниринг» и другие государственные и коммерческие организации.

40,0 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 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.;
- Разработка научно обоснованных критериев ранжирования углей по технологической и энергетической ценности как полезного ископаемого и кодирования товарной продукции по общероссийским и международным классификаторам (заказчик – Министерство энергетики РФ), 2022 – 2023 г.;
- Образование нано- и микроразмерной пыли при техногенных и природных воздействиях на угли разных генетических типов (заказчик – Российский научный фонд), 2018 – 2023 г.;
- Научно-технические услуги по разработке методики отбора вскрытых пород, образующихся при технологических работах по добыче угля на Ургальском месторождении для определения опасных свойств отхода (заказчик – АО «Ургалуголь»), 2022 – 2023 г.;
- Разработка и внедрение Технических условий на угольную продукцию для разных направлений использования на предприятиях по добыче и обогащению углей АО «УК «Кузбассразрезуголь» (заказчик – АО «УК «Кузбассразрезуголь»), 2022-2023 г.;
- Участие в программе стратегического академического лидерства «Приоритет 2030» НИТУ МИСИС, стратегический проект «Технологии устойчивого развития» с проектом «Ресурсосбережение и управление отходами добычи и переработки полезных ископаемых»;

Важнейшие научно-технические достижения подразделения

1. Разработаны научно обоснованные критерии ранжирования добываемых углей и товарной продукции по технологической и энергетической ценности, отражающие вид угля и угольной продукции, направление использования, способ получения и количественные значения показателей качества для разных направлений использования.
2. Разработаны научно обоснованные предложения по методологии ранжирования углей и угольной продукции с использованием предложенных критериев, для гармонизации новой классификации углей для НДПИ и кодификации угольной продукции для ОКПД2 с выделением группы каменных углей «для коксования» и энергетических углей с показателями низшей теплоты сгорания на рабочее состояние более и менее 6000 ккал/кг, способа получения продукции и корректирующих коэффициентов, учитывающие содержание полезного компонента в добываемом угле.
3. Разработаны научно обоснованные рекомендации по внесению изменений в Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности (ОКПД2) в части раздела В класса 05 «Уголь», позволяющие гармонизировать ОКПД 2 с 10-значными кодами ТНВЭД.
4. Разработаны национальные стандарты, регламентирующие классификацию углей и правила ее применения при обороте на рынке, в том числе:
- ГОСТ Р 70207-2022 «Угли бурые, каменные и антрациты. Классификация по генетическим и технологическим параметрам», утвержденный приказом Росстандарта от 12 июля 2022 г. № 596-ст;
- ГОСТ Р 70208-2022 «Угли бурые, каменные и антрациты. Правила применения классификации углей по маркам», утвержденный приказом Росстандарта от 12 июля 2022 г. № 600-ст.
5. Разработано 11 национальных и 2 межгосударственных стандартов.
6. Разработана «Методика оценки долговременного воздействия отходов на окружающую среду» (Ноу-хай).
7. Разработана «Методика оценки эффективности пылеподавления с использованием химических реагентов» (Ноу-Хай).

8. Разработана «Методика измерений гранулометрического состава проб угольной пыли методом лазерной дифракции», аттестованная УНИИМ-филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» и внесенная реестр аттестованных методик (методов) измерений (МИ-01/22, номер в реестре - ФР1.31.2022.43605).
9. Разработана лабораторная установка по оценке поглощающей способности материалов по отношению к парниковым газам, в том числе с учетом изменения их физико-механических свойств в условиях избыточного давления.
10. Разработан Испытательный стенд по определению выбросов взвешенной пыли и загрязняющих веществ.
11. Впервые установлены универсальные взаимосвязи между структурными особенностями углей по деконволюции Рамановских спектров, их механическим поведением при циклическом наноиндицировании и долевым содержанием аэрозольной пыли в «пылевой» фракции углей. Полученные результаты позволяют оценивать склонность углей к образованию взвешенной пыли с размерами менее 10 мкм на стадии геологической разведки и эксплуатации угольных месторождений.

Основные публикации

1. Epshtein S.A., Sokolovskaya E.E., Dobryakova N.N., Hao J. Development of potentiometric titration method for assessing coals' oxidation degree // Eurasian Mining, 2022. Vol. 38, № 2. P. 79–84;
2. Соловьев Т.М., Цзе Х., Дуров Н.М. Состав и свойства бурых углей кангаласского месторождения Республики Саха (Якутия) // Химическая промышленность сегодня. 2022. № 2. С. 30–37;
3. Агарков К.В., Эпштейн С.А., Коссович Е.Л., Добрякова Н.Н. Исследование влияния низкотемпературных воздействий на механические свойства углей на микроуровне и склонность к образованию аэрозольной пыли // Горный журнал. 2022. № 4. С. 66–72;
4. Коссович Е.Л., Андреева Ю.Е., Гаврилова Д.И., Эпштейн С.А., Добрякова Н.Н. Проблемы утечки углекислого газа из геологических хранилищ // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2022. № 12. С. 46–54;
5. Красилова В.А., Эпштейн С.А., Коссович Е.Л., Козырев М.М., Ионин А.А. Разработка методики измерений гранулометрического состава угольной пыли методом лазерной дифракции // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2022. № 2. С. 5–16;
6. Информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2022. № 2. С. 5–16;
7. Эпштейн С.А., Шинкин В.К. Показатели качества углей для разных направлений использования // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2022. № 4. С. 5–16;
8. Krasilova V.A., Dobryakova N.N., Epshtein S.A. Determination of mercury content in coal dust collected from coals // Limnology and Freshwater Biology. 2022. № 3. С. 1371–1373.
9. Dobryakova N.N., Golynets O.S., Lavrinenco A.A., Vishnevskaya E.P., Epshtein S.A. Standard test method for mercury content evaluation in solid mineral fuels // Limnology and Freshwater Biology. 2022. № 3. С. 1374–1375;
10. Голынец О.С., Медведевских М.Ю., Эпштейн С.А., Кочеткова Е.М. Актуальные вопросы методического обеспечения контроля состава отходов переработки и сжигания углей // В книге: Стандартные образцы в измерениях и технологиях. Тезисы докладов V Международной научной конференции. Екатеринбург, 2022. С. 47–49.

Основные публикации

- статей – 9, в том числе в российских научных журналах из списка ВАК – 4, в научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science и Scopus – 5;
- конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения – 4;
- количество национальных стандартов – 11;
- количество межгосударственных стандартов – 2.

Контактная информация
Эпштейн Светлана Абрамовна,
заведующий лабораторией
apshtein@yandex.ru.



ПРОЕКТНО-ЭКСПЕРТНЫЙ ЦЕНТР



Супрун Валерий Иванович,
директор Проектно-
экспертного центра,
д-р техн. наук

ПЭЦ является самостоятельным структурным подразделением в составе Горного института НИТУ МИСИС (приказ НИТУ МИСИС № 95 о. в. от 17.03.2014г.), созданным с целью выполнения научных исследований и проектных работ в области горного дела.

Основными заказчиками работ являются крупнейшие угольные компании АО «СУЭК», АО ХК «СДС-Уголь», предприятия цементной промышленности, стройматериалов и других отраслей горного производства.

5,0 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 г.

Основные научные направления деятельности центра

Обоснование порядка отработки карьерных полей крупных угольных и рудных месторождений, в том числе:

- создание компьютерных моделей месторождений полезных ископаемых;
- проведение горно-экономической оценки месторождений полезных ископаемых;
- оптимизация контуров развития горных работ и параметров схем вскрытия карьерных полей;
- разработка адаптивных систем циклической технологии отработки месторождений открытым способом.

Безвзрывные технологии производства горных работ, в том числе:

- комплекс НИР и ОКР по применению фрезерных комбайнов, компактных роторных экскаваторов и ударно-импульсной техники для безвзрывной разработки горных пород – оптимизация комплексов выемочного оборудования во взаимосвязи с технологией переработки минерального сырья;
- разработка технологических схем отработки с использованием машин для безвзрывной разработки;

- исследование эффективности применения комплексов горного оборудования для безвзрывной селективной выемки полезных ископаемых осадочного происхождения;
- разработка технологий «щадящего» взрывания минимизирующих нанесение экологического ущерба окружающей среде и обеспечивающих отработку запасов полезных ископаемых в особо охраняемых зонах.

Проведение экспертиз проектной документации для нужд Государственной комиссии по запасам (ГКЗ. России) и ЦКР Роснедр (наши сотрудники являются экспертами ГКЗ и ЦКР Роснедр).

Выполнение испытаний физико-механических свойств материалов и разработка технических условий и предложений по подбору натурального камня для реставрации исторического центра г. Москвы и крупных исторических объектов Подмосковья (Московский Кремль, Большой Театр, музей-усадьба Царицыно, Зачатьевский Монастырь, Петровский Путевой Дворец, музей-усадьба Астафьево и т.д.).

Геомеханические обоснования устойчивости бортов карьеров и откосов отвалов.

Кадровой потенциал подразделения

Численность штатных сотрудников ПЭЦ – 7 человек, в т.ч. 1 д.т.н. и 4 к.т.н. К выполнению работ во временных творческих коллективах привлекаются также на регулярной основе преподаватели, аспиранты и

студенты различных кафедр Горного института (3 профессора (в т.ч. один зарубежный), 3 доцента, 2 старших преподавателя, 3 аспиранта, 2 студента).

Важнейшие научно-технические достижения подразделения

1. Для различных физико-механических характеристик и блочности пород выполнено обоснование параметров камуфлетного взрывания для подготовки карбонатных массивов к выемке.
2. Проведены прикладные исследования физико-механических свойств песчаников, мраморов, травертинов и известняков в результате которых определено соответствие физико-механических свойств, регламентированных ГОСТом 9479-2011, и подготовлены отчеты по возможности использования изделий из данных пород при внешней облицовки высотных зданий.

Подготовка специалистов высшей квалификации

По профилю научной тематики центра готовятся к защите две кандидатские диссертации.

Основные публикации

1. Супрун В.И., Ворошилин К.С. Оценка условий, предопределяющих использование панельной отработки рабочих бортов карьеров // Рациональное освоение недр. 2022. № 3 (65). С. 44-49;
2. Yaltanets I.M., Kazakov V.A., Dementyev V.A. Structure of integrated mechanization at a hydromechanized enterprise in the operation of peat and sapropel fields and production of peat-sapropel fertilizers // Power Technology and Engineering. 2022. Т. 55. № 5. С. 652-658.

Основные научно-технические показатели за последние 8 лет (с 2015 г.)

Количество публикаций:

- в российских научных журналах из списка ВАК – 23;
- в базе данных Scopus – 11;
- монографий – 6;
- участие в международных конференциях – 12;

- защищенных кандидатских диссертаций – 2;
- в 2022 г. директор ПЭЦ награжден нагрудным знаком «Шахтерская слава», 2 сотрудника ПЭЦ награждены Почетными грамотами «За большой личный вклад в развитие топливно-энергетического комплекса и многолетний добросовестный труд» Министерства энергетики Российской Федерации.

Контактная информация

Левченко Ярослав Викторович

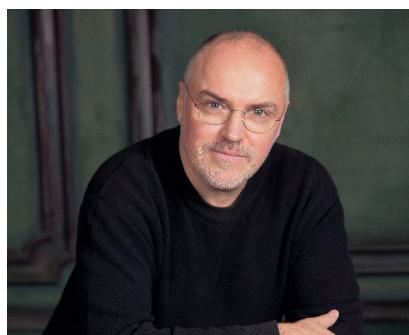
+7(916)148-30-77; +7(499)230-24-90; +7(499)230-25-03

pes-mggu@mail.ru

119049, Москва, Ленинский пр., д.6, стр. 7, к. В-875

VII. НАУЧНЫЙ КОМПЛЕКС

ИНЖИНИРИНГОВЫЙ ЦЕНТР БЫСТРОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ ВЫСОКОЙ СЛОЖНОСТИ



Пирожков Владимир
Вячеславович, директор
центра, почетный член –
корреспондент Российской
академии художеств

Инжиниринговый центр быстрого промышленного prototipirovaniya высокой сложности (ИЦ ПВС) на базе НИТУ МИСИС – это универсальный комплекс высокоточного технологического оборудования для проектирования и полного цикла изготовления функциональных прототипов разного уровня сложности со штатом высококвалифицированных специалистов. Технологическая база ИЦ ПВС и компетенции коллектива позволяют реализовать современный прикладной образовательный формат.

29,0 млн руб.

Общий объем финансирования
научно-исследовательских
работ в 2022 г.

Основные научные направления деятельности центра

Транспортные системы, в том числе авиационные и космические, различные технологии механической обработки, аддитивные технологии, образование.

Организационная структура:

- Административный отдел;
- Проектный отдел;
- Производственный отдел;
- Отдел аддитивных технологий и литья.

В 2022 г. ИЦ ПВС запустил практический курс «Инжиниринг колаборативных робототехнических комплексов». Для курса была разработана и внедрена уникальная учебно-образовательная программа, включающая практические семинары с прикладным аспектом на базе высокоточного производства ИЦ ПВС. Подобные программы применяются в мировых вузах при подготовке к эффективной работе в цифровой экономике и дают лучший результат при усвоении материала и дальнейшей практической деятельности. Интеграция современных технологических процессов и инжиниринга в образовательный процесс способствуют повышению качества образовательных технологий НИТУ МИСИС по подготовке компетентных кадров в сфере новой цифровой экономики и научно-технологического развития Российской Федерации, субъектов Рос-

сийской Федерации, отраслей экономики и социальной сферы.

Для реализации проекта был проведен анализ рынка промышленной робототехники, привлечены специалисты и созданы авторские учебно-методические материалы, которые включают обширные базисные сведения о робототехнике, ее истории, развитии, практическую методику углубленного изучения принципов строения и функционирования промышленных роботов на примере робота-манипулятора Hyundai HS 165. Методика состоит из поэтапного обучения программированию, основам безопасного управления и применения в промышленности. Учебно-методические материалы содержат необходимый фото- и видеоматериал, список профессиональной литературы, программного обеспечения, Интернет-ресурсов, Интернет-библиотек.

Практический курс «Инжиниринг колаборативных робототехнических комплексов» состоит из 34 академических часа, которые были включены в учебный план магистратуры Кафедры инжиниринга технологического оборудования. Магистранты кафедры по направлению «Технологические машины

и оборудование» 15.04.02 и «Металлургия» 22.04.02 согласно расписанию, еженедельно посещают ИЦ ПВС, где вместе с преподавателем и сотрудниками Центра при соблюдении правил техники безопасно-

сти изучают основы управления роботом-манипулятором Hyundai HS 165: теорию и практику.

Количество обучающиеся за первый семестр – 41.

Наиболее крупные проекты

1. Разработка технологии резания плиты из одностороннего СВМПЭ, изготовление испытательной и установочной партий изделий;
2. Разработка конструкции и технологии производства узла поясничного стабилизатора экзоскелета, изготовление испытательной и установочной партий изделий;
3. Разработка морфологической конструкционной структуры и аддитивной технологии производ-
ства сверлёгкого корпуса для церемониального газового факела, изготовление испытательной партии изделий;
4. Разработка и производство матричной оснастки для изготовления композитных (карбон) деталей закрылок и рулей самолёта;
5. Изготовление посадочного эргономичного макета интерьера электромобиля.

Контактная информация

Лукашова Елизавета Михайловна, начальник административного отдела

+7 (910)470-67-75

kinetica@misis.ru; scherbinina.ao@misis.ru

119049, Москва, Ленинский проспект, дом 4, строение 1, стилобат



ЛАБОРАТОРИЯ «БИОМЕДИЦИНСКИЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ»



**Абакумов Максим Артемович,
заведующий лабораторией,
канд. хим. наук**

Лаборатория «Биомедицинские наноматериалы» была основана в 2014 году в рамках реализации программы повышения конкурентоспособности университета (Проект 5-100) на базе НИТУ МИСИС. 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 технологий (МИТ, США), Университетом Дуйсбург-Эссен (Германия).

Основные научные направления деятельности лаборатории

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/форма-токсичность;
- исследование механизмов токсичности материалов на основе магнитных наночастиц;
- изучение внутриклеточной локализации наногибридных материалов;

- изучение влияния переменного магнитного поля на наногибридные магнитные материалы, содержащие векторные и терапевтические фрагменты.

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, 3 кандидата химических наук, 2 кандидата биологических наук семь аспирантов и двадцать студентов.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ

Научно-исследовательская деятельность лаборатории «Биомедицинские наноматериалы» поддержана грантом в целях реализации Программы повышения конкурентоспособности НИТУ МИСИС среди ведущих мировых научно-образовательных центров в рамках Соглашения №02.А03.21.004 между Министерством образования и науки Российской Федерации и федеральным государственным авто-

номным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет МИСИС, отобранным по результатам конкурса на предоставление государственной поддержки ведущим университетам Российской Федерации в целях повышения их конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров от 27 августа 2013 г.

Выполнение хоздоговорных и бюджетных работ

Успешно выполнены работы по заданию Министерства образования и науки РФ в рамках, а также Российского Фонда Фундаментальных Исследований

1. ФЦП № 14.578.21.0201 «Разработка платформенной технологии доставки терапевтических миРНК в печень»;
2. ФЦП № 14.575.21.0147 «Разработка технологии персонализированной оценки и прогнозирования эффективности доставки наноформуляций противоопухолевых препаратов с использованием комплекса интравитальных методов исследования»;
3. РФФИ № 15-29-01156 «Конструкции на основе ИК-фотосенсибилизаторов и наночастиц металлов для комбинированных методов терапии в онкологии».

Активно ведутся работы по продолжающимся в 2021 г. грантам РФФИ

1. № 21-75-00096 «Генетически кодируемые материалы для адресной доставки препаратов»;
2. № 21-13-00438 «Магнитные наночастицы, как исследовательский инструмент: от физических основ магнито-механики до микроскопии сверхвысокого разрешения»;
3. № 21-74-20077 «Использование нейтрофилов для повышения эффективности доставки противоопухолевых нанопрепараторов».

Кроме того, сотрудники лаборатории активно участвуют в работах, выполняемых другими подразделениями и институтами.

Важнейшие научно-технические достижения подразделения

В период с 2019 по 2022 гг. коллективом лаборатории были получены и изучены агенты для диагностики различных типов опухолей методом МРТ. Проведены экспериментальные исследования *in vitro* по разработке эффективной технологии доставки миРНК к мРНК ApoB на основе липидоподобных магнитных наночастиц в печень для терапии гиперлипидемии. Получены образцы наночастиц феррита кобальта, которые могут быть использованы для обеспечения противоопухолевой терапии с помощью контролируемой гипертермии в условиях *in vivo*. Были получены стабильные комплексы магнитных наночастиц с фотосенсибилизаторами, способные обеспечивать эффективную загрузку молекул фотосенсибилизаторов, при этом сохраняя их физико-химические свойства и активность в фотодинамической терапии. Были разработаны

уникальные МК-диагностикумы, на основе магнитных липосом, способные диагностировать эффективность доставки лекарственных липосомальных препаратов в опухолевый очаг.

В 2020 году коллектив лаборатории Биомедицинские наноматериалы работал сразу по нескольким направлениям, связанным с развитием новых подходов противоопухолевой терапии. Во-первых, проводились эксперименты по исследованию эффективности локальной контролируемой гипертермии, опосредованной магнитными наночастицами в условиях приложения высокочастотного переменного магнитного поля, для терапии злокачественных новообразований. Основным достижением данной работы было выявление того факта, что эффективность изучаемого подхода противоопухолевой

терапии зависит от температуры нагрева, которая должна быть определена для каждого конкретного вида опухоли.

Кроме того, в этом же году был разработан и верифицирован способ быстрого и точного определения даже небольших концентраций активных форм кислорода (АФК) внутри опухоли в ответ на введение противоопухолевого препарата – доксорубицина – в живой мыши в режиме реального времени. Для этого использовали электрохимический метод измерения АФК с помощью платинированногоnanoэлектрода. Данный подход в дальнейшем может применяться для мониторинга концентрации АФК в злокачественных новообразованиях в ходе противоопухолевой терапии, что позволит делать выводы о механизмах действия того или иного лекарственного препарата, а также поможет в поиске и разработке новых форм противоопухолевых лекарств.

Известно, что в клинике все большее распространение приобретают наноформулированные противоопухолевые препараты, снижающие общую токсичность лекарства для всего организма. Однако эффективность их накопления в опухоли каждого 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 применя-

емом в клинике препарате липосомального доксорубицина (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 наноформуляции 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 поведение и локализация диагностических липосом (магнитных) и терапевтических (липосомального доксорубицина) абсолютно идентичны, что позволяет говорить о правомерности использования данного метода.

И наконец, в ходе работы мы обнаружили, что в доставке наноформуляций 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 наноформуляций непосредственно в опухолевой ткани. Наноформуляции 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 наноформуляций, которые циркулируют в кровотоке в течение короткого времени.

Подготовка специалистов высшей квалификации

В период с 2019 по 2022 гг. лаборатория подготовила десять магистров и одного кандидата наук.

Основные публикации

1. S. Dzhauari, S. Litvinova, A. Efimenko, N. Aleksandrushkina, N. Basalova, M. Abakumov, N. Danilova, P. Malkov, V. Balabanyan, T. Bezuglova, V. Balayants, M. Mnikhovich, M. Gulyaev, M. Skryabina, V. Popov, D. Stambolsky, T. Voronina, V. Tkachuk, M. Karagyaur, Urokinase-Type Plasminogen Activator Enhances the Neuroprotective Activity of Brain-Derived Neurotrophic Factor in a Model of Intracerebral Hemorrhage, (2022);
2. A.S. Garanina, M. V Efremova, A.E. Machulkin, E. V Lyubin, N.S. Vorobyeva, O.A. Zhironkina, O.S. Strelkova, I.I. Kireev, I.B. Alieva, R.E. Uzbekov, V.N. Agafonov, I. V Shchetinin, A.A. Fedyanin, A.S. Erofeev, P. V Gorelkin, Y.E. Korchev, A.G. Savchenko, M.A. Abakumov, Bifunctional Magnetite – Gold Nanoparticles for Magneto-
3. V. Bazhenov, A. Li, A. Iliasov, V. Bautin, S. Plegunova, A. Koltygin, A. Komissarov, M. Abakumov, N. Redko, K.S. Shin, Corrosion Behavior and Biocompatibility of Hot-Extruded Mg – Zn – Ga –(Y) Biodegradable Alloys, (2022) ;
4. A.N. Gabashvili, N.S. Chmelyuk, V.A. Sarkisova, P.A. Melnikov, A.S. Semkina, A.A. Nikitin, M.A. Abakumov, *Myxococcus xanthus* Encapsulin as a Promising Platform for Intracellular Protein Delivery, (2022) ;
5. E. V. Saida Sh. Karshieva, Elizaveta G. Glinskaya, Alexandra A. Dalina, M.A. Akhlyustina, Elena A. Makarova, Yusef D. Khesuanig, Nelly S. Chmelyuk, M. A. Abaku-

- mov, Dmitriy A. Khochenkov, Vladimir A. Mironova, Gennady A. Meerovich, E.V.K. Evgeniya A. Kogan, Antitumor Activity of Photodynamic Therapy with Tetracationic Derivative of Synthetic Bacteriochlorin in Spheroid Culture of Liver and Colon Cancer Cells, Photodiagnosis and Photodynamic Therapy (2022);
6. A. Gisina, I. Kholodenko, Y. Kim, M. Abakumov, A. Lupatov, K. Yarygin, Glioma Stem Cells : Novel Data Obtained by Single-Cell Sequencing, (2022);
7. Ustimova M.A., Fedorov Y.V., Chmelyuk N.S., Abakumov M.A., Fluorescence turn-on probes for intracellular DNA/RNA distribution based on asymmetric bis(styryl) dyes, Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy. 279 (2022) 121446. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2022.121446>;
8. A.A. Nikitin, A. V Ivanova, A.S. Semkina, P.A. Lazareva, M.A. Abakumov, Magneto-Mechanical Approach in Biomedicine: Benefits , Challenges , and Future Perspectives, (2022). <https://doi.org/10.3390/ijms31911134>;
9. H. Li, H. Wu, M.A. Abakumov, Y. Xu, Y. Lin, V.P. Chekhonin, K. Peltzer, K. Said, S. Li, C. Zhang, The 100 most cited papers on bone metastasis : A bibliometric analysis, Journal of Bone Oncology. 35 (2022) 100443. <https://doi.org/10.1016/j.jbo.2022.100443>;
10. K.Y. Vlasova, P. Ostroverkhov, D. Vedenyapina, T. Yakimova, A. Trusova, G.Y. Lomakina, S.S. Vodopyanov, M. Grin, N. Klyachko, M. A. Abakumov, Liposomal Form of 2 , 4-Dinitrophenol Lipophilic Derivatives as a Promising Therapeutic Agent for ATP Synthesis Inhibition, (2022).

Основные научно-технические показатели

Количество публикаций статей – 23, в том числе, индексируемых в базе данных Scopus – 23;

Количество объектов интеллектуальной собственности: 6 заявок на патент:

«Способ получения наночастиц феррита кобальта», А. В. Иванова, М.А. Абакумов.

«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» Ма-

жука 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 - 5;

Количество защищенных кандидатских диссертаций - 1;

Защищенные кандидатские диссертации:

Ефремова Мария Владимировна, «Синтез, физико-химические свойства и биомедицинское применение гибридных материалов на основе наночастиц магнетит-золото».

Никитин Алексей Андреевич, «Анизотропные наночастицы магнетита: синтез, изучение физических и биологических свойств, а также оценка перспективы использования в МРТ-диагностике».

Контактная информация

Абакумов Максим Артемович, заведующий лабораторией

+7 (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, 9 кандидатов наук, 8 аспирантов, 7 студентов, 5 инженеров.

Наиболее крупные проекты

«Квантовый процессор на основе сверхпроводников. Новые типы сверхпроводниковых кубитов с высокими временами когерентности» в рамках реализации Дорожной карты развития высокотехнологичной области «Квантовые вычисления».

«Сверхпроводниковые технологии для обработки квантовой информации», проект Российского научного фонда № 21-72-30026 по мероприятию «Проведе-

85,0 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 г.

ние исследований научными лабораториями мирового уровня в рамках реализации приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации».

«Реализация сверхпроводниковых и оптических квантовых вычислителей», НИР в рамках программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» (Стратегический проект «Квантовый интернет»).

Важнейшие научно-технические достижения

Продемонстрирован 4-х кубитный квантовый процессор на основе кубитов-трансмонов и достигнута рекордная в России точность двухкубитных операций (выше 97 %). Эксперимент выполнен на сверхпроводниковой интегральной квантовой микросхеме (квантовый симулятор из пяти сверхпроводниковых кубитов), разработанной и изготовленной в лаборатории искусственных квантовых систем в МФТИ, с использованием микроволнового оборудования и программного обеспечения, разработанного сотрудниками лаборатории «Сверхпроводящие метаматериалы» НИТУ МИСИС. Точность подтверждалась в результате квантовой томографии процессов и перекрестного рандомизированного тестирования.

На основе кубитов-флаксониумов с улучшенными временами релаксации реализован универсальный двухкубитный квантовый процессор с перестраива-

емым элементом связи, на котором продемонстрированы одно- и двухкубитные вентильные операции с точностью (более 99,5 % и 99,2 %, соответственно) (рис. А). Схема разработанного устройства позволила впервые реализовать управляемое взаимодействие между вычислительными кубитами процессора с низкой частотой основного перехода. Достигнутые результаты находятся на конкурентном мировом уровне и являются рекордными в РФ. В перспективе такая система позволяет сократить число микроволновых линий управления кубитами в два раза. Это в перспективе масштабирования упрощает систему контроля и существенно снижает нагрузку на криостат. Эксперимент выполнен на квантовой интегральной микросхеме, изготовленной в МГТУ им. Н.Э. Баумана.

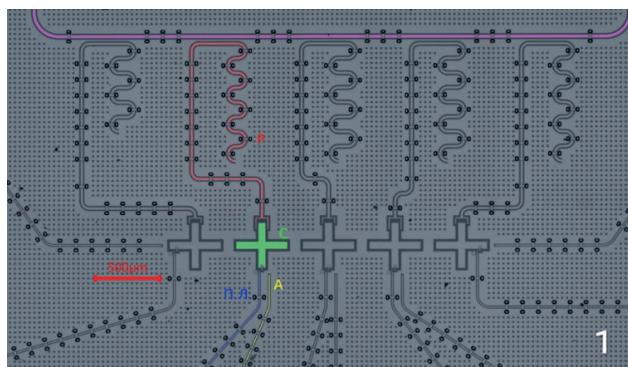


Рисунок А – Микросхема квантового процессора



Рисунок Б – Микроволновое оборудование для управления квантовым процессором

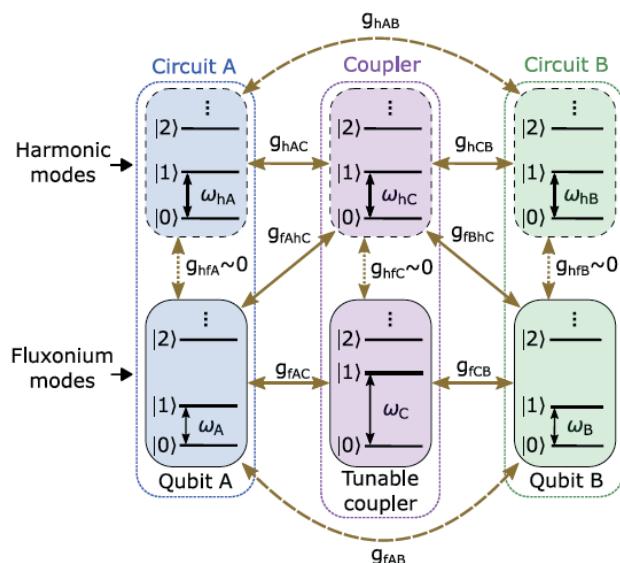


Рисунок В – Схематическое изображение энергетических уровней системы из трех кубитов-флаксониумов

Разработан и экспериментально изучен квантовый метаматериал из 25 перестраиваемых по частоте кубитов-трансмонов (рис. Б). Каждый кубит имеет

индивидуальную линию контроля потока и резонатор для считывания. Измеряя амплитуду прохождения микроволнового сигнала, исследованы темные и светлые моды системы. Измерено расщепление Раби в зависимости от числа кубитов, настроенных в резонанс с общей фотонной модой, и продемонстрировано затухание мезоскопических флюктуаций. Эксперимент выполнен на квантовой интегральной микросхеме, изготовленной в МГТУ им. Н.Э. Баумана.

В части работ, связанных с коррекцией ошибок для квантовых алгоритмов, предложена квантовая цепь для реализации идеального пятикубитного кода на архитектуре последовательно соединенных в замкнутую цепочку десяти кубитов, учитывающая топологические особенности сверхпроводниковой платформы (рис. В). Создан численный симулятор квантовых цепей, учитывающий релаксационные для физических систем релаксационные процессы. Для пятикубитного кода разработан и успешно протестирован декодер на основе искусственной нейронной сети на архитектуре сетей долгой краткосрочной памяти. Данная разработка открывает возможность для реализации логического кубита, защищенного от произвольной однокубитной ошибки, со значительно меньшим набором управляющей электроники.

Подготовка специалистов высшей квалификации

1. Беседин Илья Станиславович, диссертация на соискание ученой степени кандидата физ.-мат наук «Схемотехника сверхпроводниковых квантовых цепей», дата защиты 01.04.2022 г.;
2. Москаленко Илья Николаевич, диссертация на соискание ученой степени кандидата физ.-мат наук «Квантовая электродинамика сверхпроводниковых структур на основе кубитов-флаксониумов», дата защиты 30.11.2022 г.

Основные публикации

1. I.N. Moskalenko, I.A. Simakov, N.N. Abramov, A.A. Grigorev, D.O. Moskalev, A. A. Pishchimova, N.S. Smirnov, E.V. Zikiy, I.A. Rodionov, I.S. Besedin. High fidelity two-qubit gates on fluxoniums using a tunable coupler. npj Quantum Information 8, 130 (2022). doi: 10.1038/s41534-022-00644-x;
2. G. S. Mazhorin, I. N. Moskalenko, I. S. Besedin, D. S. Shapiro, S. V. Remizov, W. V. Pogosov, D. O. Moskalev, A. A. Pishchimova, A. A. Dobronosova, I. A. Rodionov, A. V. Ustinov. Cavity-QED simulation of a quantum metamaterial with tunable disorder. Physical Review A 105, 033519 (2022). doi: 10.1103/PhysRevA.105.033519;

3. I.A. Simakov, I.S. Besedin, A.V. Ustinov. Simulation of the five-qubit quantum error correction code on superconducting qubits. *Physical Review A* 105, 032409 (2022). doi: 10.1103/PhysRevA.105.032409;
4. S. Shapiro, S. V. Remizov, A. V. Lebedev, D. V. Babukhin, R. S. Akzyanov, A. A. Zhukov, and L. V. Bork. Critical phase boundary and finite-size fluctuations in the Su-Schrieffer-Heeger model with random intercell couplings. *Physical Review A* 105, 023321 (2022). doi: 10.1103/PhysRevA.105.023321;
5. A. Leha, A. P. Zhuravel, A. Karpov, A. V. Lukashenko, A. V. Ustinov. Phase-resolved visualization of radio-frequency standing waves in superconducting spiral resonator for metamaterial applications. *Low Temperature Physics* 48, 104 (2022). doi: 10.1063/10.0009288;
6. Karelina L.N., Shuravin N.S., Ionin A.S., Bakurskiy S. V., Egorov S. V., Golovchanskiy I. A., Chichkov V. I., Bol'ginov V.V., Ryazanov V.V. Magnetic Memory Effect in Planar Ferromagnet/Superconductor/Ferromagnet Microbridges Based on Highly Diluted PdFe Alloy. *JETP Letters* 116, 110-116 (2022). doi: 10.1134/S0021364022601105;
7. I.A. Golovchanskiy, N.N. Abramov, V.A. Vlasenko, K. Pervakov, I.V. Shchetinin, P.S. Dzhumaev, O.V. Emelyanova, D.S. Baranov, D.S. Kalashnikov, K.B. Polevoy, V.M. Pudalov, V.S. Stolyarov. Antiferromagnetic resonances in twinned EuFe₂As₂ single crystals. *Physical Review B* 106, 2, 024412 (2022). doi: 10.1103/PhysRevB.106.024412;
8. A.E. Dorogov, G.P. Fedorov, D.A. Kalacheva, A.Yu. Dmitriev, A.N. Bolgar, N.N. Abramov, O.V. Astafiev. Application of a broadband Josephson parametric amplifier. *St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Physics and Mathematics* 15, (3.2), 352–357 (2022). doi: 10.18721/JPM.153.265;
9. A. Bilmes, S. Volosheniuk, A.V. Ustinov, J. Lisenfeld. Probing defect densities at the edges and inside Josephson junctions of superconducting qubits. *npj Quantum Information* 8, 24 (2022). doi: 10.1038/s41534-022-00532-4;
10. V. S. Stolyarov, D. Roditchev, V. L. Gurtovoi, S. N. Kozlov, D. S. Yakovlev, O. V. Skryabina, V. M. Vinokur, A. A. Golubov. Resonant Oscillations of Josephson Current in Nb-Bi₂Te_{2.3}Se_{0.7}-Nb Junctions. *Advanced Quantum Technologies* 5, 3 (2022). doi: 10.1002/qute.202100124.

Основные научно-технические показатели

Количество публикаций, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 22;

Количество конференций, в которых приняли участие сотрудники подразделения – 10;

Количество защищенных кандидатских диссертаций – 2;

Количество созданных РИД – 2.

Уникальное оборудование

- Криостат Bluefors LD-250 замкнутого цикла (2 шт.);
- Рефрижератор растворения Oxford Instruments Triton DR200;
- Сухой криостат на He4 Oxford Instruments Triton 1,2 K;
- Чистая комната класса ISO 5;
- Система электронно-лучевого напыления Plassys Bestec HV E-BEAM;
- Система оптической литографии прямой заливки Heidelberg uPG501;
- Система реактивного ионного травления Sentech Instruments SI 591 Compakt;
- Профилометр KLA Tencor P7;
- Комплекс СВЧ оборудования.

Контактная информация

Санникова Надежда Владимировна, ведущий инженер

+7 (495) 638-46-46

nsannikova@misis.ru

119049, Москва, Ленинский проспект, 4, стр. 1, кабинет Б-702



ЛАБОРАТОРИЯ БИОФИЗИКИ



Ерофеев
Александр Сергеевич,
заведующий лабораторией,
канд. физ.-мат. наук

Деятельность лаборатории направлена на решение практических задач в областях биомедицины. Научный коллектив лаборатории ведет исследования в следующих направлениях:

- наносенсоры, позволяющие определять клеточные метаболиты (активные формы кислорода, кислород, рН, ионы переходных металлов);
- распределение внутри и внеклеточных метаболитов;
- изучение функциональных свойств единичных клеток (наномеханика, локальная
- активность ионных каналов);
- сканирующая ион-проводящая микроскопия.

По результатам исследований коллектива НИЛ в 2018–2022 гг. опубликовано более 72 статей, в том числе, более 54 в Web of Science в 1 квартile. Также результаты исследований были представлены более чем на 15 международных профильных конференциях.

Основные научные направления деятельности лаборатории

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.

Кадровый потенциал подразделения

Штатными сотрудниками НИЛ Биофизики являются 21 человек, из них 7 человек – научные сотрудники (5 штатных единиц). Активное участие в научной

работе принимают студенты, аспиранты и молодые ученые, средний возраст сотрудников на конец 2020 года не превышает 35 лет.

Проектная работа

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».

- Проект РНФ № 19-79-30062 «Технология создания биоэлектронных интерфейсов для считывания сигналов и управления нейронными клетками», руководитель – Г.В. Максимов (2019-2022 гг.);

- Проект РНФ № 20-14-00312 «Изучение механизмов возникновения болезни Альцгеймера методом сканирующей ион-проводящей микроскопии», руководитель – П.В. Горелкин (2020-2022 гг.);
- Проект РНФ №22-19-00824 «Разработка многофункциональной платформы СИМП-СЭХМ-ГКР для фенотипирования раковых клеток», руководитель – Ю.Е. Корчев (2022-2024 гг.);
- НИР «Изучение действия макролидных противогрибковых соединений на биопленки *Candida* ssp. методами сканирующей ионопроводящей и люминесцентной микроскопии» по Договору № от 01-03-19-223/40 от 22.11.2022 с ФГБНУ «НИИНА»;

- Проект «Нанобиотехнологические подходы для исследования механизмов возникновения и регуляции дисфункций мозга с использованием уникальной научной установки «Сканирующий ион-проводящий микроскоп с конфокальным модулем» (Соглашения №075-15-2022-264 от «12» апреля 2022 года о предоставлении гранта в форме субсидии с Минбром, руководитель – А.С. Ерофеев (2022-2024 гг.);
- Проект «Разработка и организация производства высокопроизводительной роботизиро-

ванной платформы для проведения потоковых измерений на единичных клетках», в рамках предоставления субсидий на развитие кооперации российских образовательных организаций высшего образования, государственных научных учреждений и организаций реального сектора экономики в целях реализации комплексных проектов по созданию высокотехнологичных производств (15 очередь), руководитель – А.С. Ерофеев (2023-2025 гг.).

Наиболее крупные проекты

- Проект РНФ №19-79-30062 «Технология создания биоэлектронных интерфейсов для считывания сигналов и управления нейронными клетками», руководитель – Г.В. Максимов (2019-2022 гг.);
- Проект РНФ № 20-14-00312 «Изучение механизмов возникновения болезни Альцгеймера методом сканирующей ион-проводящей микроскопии», руководитель – П.В. Горелкин (2020-2022 гг.);

Важнейшие научно-технические достижения подразделения

Была продемонстрирована возможность проведения качественного и количественного анализа клеточных наномеханических свойств различных живых клеток. Была продемонстрирована возможность получения топографии и определения наномеханических свойств, что позволило проведение долгосрочных исследований механических свойств, а также определение наномеханических свойств при изменении актиновых филаментов и микротрубулина, вызванных лекарственными средствами. (Kolmogorov V. S. et al. Mapping mechanical properties of living cells at nanoscale using intrinsic nanopipette-sample force interactions // *Nanoscale*. – 2021. – Т. 13. – №. 13. – С. 6558-6568.)

Разработана методика исследования функциональных свойств поверхности живых биологических объектов с наноразмерным разрешением, такие как картирование pH. С помощью платформы удалось осуществить точное позиционирование нанозонда на поверхности клетки с помощью обратной связи СИПМ для мониторинга локального pH с высоким пространственно-временным разрешением и высокой чувствительностью. Кроме того, было показано, что двусторонние нанозонды SICM-pH могут быть изготовлены и использованы для объединения преимуществ сканирования с высоким разрешением с обратной связью SICM и высокочувствительного измерения pH, что позволяет одновременно получать 3D-карту топографии и pH одиночных живых клеток в реальном времени. (Zhang Y. et al. High-resolution label-free 3D mapping of extracellular pH of single living cells // *Nature communications*. – 2019. – Т. 10. – №. 1. – С. 1-9.)

Было обнаружено, что воздействие AngII вызывает смягчающий эффект (снижение модуля Юнга)

в изолированных кардиомиоцитах взрослых крыс, который зависит от рецептора ангиотензина типа 1 (AT1) и косвенно опосредовано трансформацией фактора роста-β1 (TGF-β1) и киназы Rho. Кроме того, исследование микротрубочек после обработки AngII выявило значительное уменьшение популяций ацетилированных и детирозинированных МТ; это свидетельствует о том, что посттрансляционные модификации (PTM), которые стабилизируют МТs, больше всего подвержены влиянию AngII (Pamela Swiatlowska, Jose L. Sanchez-Alonso, Catherine Mansfield, Denis Scaini,bc Yuri Korchev, Pavel Novak and Julia Gorelik «Short-term angiotensin II treatment regulates cardiac nanomechanics via microtubule modifications» // *Nanoscale* (2020), 12, 16315-16329

Было показано, что сборка и высвобождение вирусоподобных частиц с верхней, беспрепятственной поверхности клеток может быть в 20 раз быстрее, чем сообщалось для отростка из плазматической мембранны в контакте со стеклянной подложкой. Кроме того, топологические изменения, связанные с почкованием вирусоподобных частиц, значительно различаются в зависимости от используемой клеточной модели и вирусного белка, который помечен.

Было визуализирована неоднородная активность HER на треугольном однослоином нанолисте 1H-MoS₂, 2-гетероструктурах нанолиста MoS₂ и WS₂ с помощью данной установки. Была представлена информация о локальных катализических свойствах, а также электрохимические изображения тока HER, наклона Тафеля и перенапряжения путем измерения циклических вольтамперограмм во всех точках измерения во время построения изображения.

Подготовка специалистов высшей квалификации

Аспирантами и студентами лаборатории выиграны 4 стипендии Правительства РФ (по приоритетным направлениям) и 2 стипендии Президента РФ (по

приоритетным направлениям). 3 аспиранта были удостоены стипендии Европейского биофизического общества.

Основные публикации

1. Makarova M. V., Amano, F., Nomura, S., Tateishi, C., Fukuma, T., Takahashi, Y., & Korchev, Y. E. (2022). Direct Electrochemical Visualization of the Orthogonal Charge Separation in Anatase Nanotube Photoanodes for Water Splitting //ACS Catalysis. – 2022. – Т.12. – С. 1201-1208. (Q1) IF 13.084;
2. Vaneev, A. N., Gorelkin, P. V., Krasnovskaya, O. O., Akasov, R. A., Spector, D. V., Lopatukhina, E. V., ... & Erofeev, A. S. In Vitro/In Vivo Electrochemical Detection of Pt (II) Species //Analytical Chemistry. – 2022. – Т. 94. – №. 12. – С. 4901-4905. (Q1) IF 6.986;
3. Allakhverdieu, E. S., Khabatova, V. V., Kossalbayev, B. D., Zadneprovskaya, E. V., Rodnenkov, O. V., Martynuk, T. V., ... & Allakhverdieu, S. I. Raman Spectroscopy and Its Modifications Applied to Biological and Medical Research //Cells. – 2022. – Т. 11. – №. 3. – С. 386. (Q1) IF 6.6;
4. Levshin, I. B., Simonov, A. Y., Lavrenov, S. N., Panov, A. A., Grammatikova, N. E., Alexandrov, A. A., Savin N.A., Gorelkin P.V., Erofeev A.S. & Polshakov, V. Antifungal Thiazolidines: Synthesis and Biological Evaluation of Mycosidine Congeners // Pharmaceuticals. – 2022. – Т. 15. – №. 5. – С. 563 (Q1), IF 5.863;
5. Nikelshparg, E. I., Baizhulanov, A. A., Bochkova, Z. V., Novikov, S. M., Yakubovsky, D. I., Arsenin, A. V., ... & Brazhe, N. A. Detection of Hypertension-Induced Changes in Erythrocytes by SERS Nanosensors // Biosensors. – 2022. – Т.12. – №. 1. – С. 32. (Q1) IF 5.519;
6. Garanina, A. S., Nikitin, A. A., Abakumova, T. O., Semkina, A. S., Prelovskaya, A. O., Naumenko, V. A., Erofeev A.S. Gorelkin P.V. ... & Wiedwald, U Cobalt ferrite nanoparticles for tumor therapy: effective heating versus possible toxicity //Nanomaterials. – 2021. – Т. 12. – №. 1. – С. 38. (Q1) IF 5.076;
7. Chertkova, R. V., Firsov, A. M., Brazhe, N. A., Nikelshparg, E. I., Bochkova, Z. V., Bryantseva, T. V., ... Maksimov G.V., Dolgikh, D. A. Multiple Mutations in the Non-Ordered Red Ω -Loop Enhance the Membrane-Permeabilizing and Peroxidase-like Activity of Cytochrome c //Biomolecules. – 2022. – Т. 12. – №. 5. – С. 665. (Q1), IF 4.879;
8. Grigorev G. V. et al. Single Red Blood Cell Hydrodynamic Traps via the Generative Design // Micromachines. – 2022. – Т.13. – №. 3. – С. 367. (Q2) IF 2.891;
9. Liashkovich, I., Stefanello, ST, Vidyadharan, R, et al. Pitstop-2 and its novel derivative RVD-127 disrupt global cell dynamics and nuclear pores integrity by direct interaction with small GTPases. Bioeng Transl Med. 2022; (Q1) IF 7.09;
10. Daniil V. Spector, Alexander S. Erofeev, Petr V. Gorelkin, Alexander N. Vaneev, et al. Electrochemical Detection of a Novel Pt(IV) Prodrug with the Metronidazole Axial Ligand in the Hypoxic Area. Inorganic Chemistry 2022 61 (37), 14705-14717 (Q1) IF 5.436.

Уникальное оборудование

Сканирующий ион-проводящий микроскоп с конфокальным модулем (уникальная научная установка – УНУ)

Сканирующий ион-проводящий микроскоп с конфокальным модулем (СИПМ) представляет собой биологический исследовательский инструмент, который объединяет в себе методы сканирующей ион-проводящей микроскопии, конфокальной микроскопии, сканирующей электрохимической микроскопии.

С помощью данной установки возможно одновременно при сканировании получить: (1) изображение

топографии живых объектов (например, клеток) с нанометровым разрешением, (2) картирование по механическим свойствам, (3) конфокальное изображение биологического образца, совмещенное с топографией клетки, (4) распределение метаболитов (например, активных форм кислорода) на поверхности клеток, (5) оптическое изображение клетки, совмещенное с топографией и флуоресцентным изображением.

<https://misis.ru/university/struktura-universiteta/lab/105/equipment/>.

Контактная информация

Преловская Александра Олеговна, инженер научного проекта

+7(909)659-51-32

prelovskaya.ao@misis.ru

Т-103 (корпус Точка)



ЛАБОРАТОРИЯ ГИБРИДНЫХ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



**Петровский Павел
Владимирович, заведующий
лабораторией, канд. техн.
наук, ведущий эксперт
научного проекта**

Лаборатория гибридных аддитивных технологий (лаборатория ГАТ) создана в 2015 году в рамках реализации «Программы повышения конкурентоспособности университета 5/100» под руководством профессора Национальной Инженерной Школы Сент-Этьена Смуррова Игоря Юрьевича. Научно-исследовательская деятельность лаборатории направлена на расширение области применения аддитивных технологий селективного лазерного плавления (СЛП) и гибридных аддитивных технологий путем применения новых порошковых материалов, а также на оптимизацию технологии аддитивного производства (АП) с целью снижения затрат на производство деталей и существенного сокращения времени изготовления. Основные задачи лаборатории:

167,0 млн руб.

Общий объем финансирования
научно-исследовательских
работ в 2022 г.

- разработать и оптимизировать новую технологию АП, основанную на гибридизации холодного газодинамического напыления (ХГН) и лазерного подогрева;
- проводить комплексный анализ свойств деталей, полученных методом СЛП с использованием порошков титановых и интерметаллидных сплавов;
- проводить 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. направлен на разработку технологического процесса литья крупногабаритных лопаток в части финишных операций. Инициатор – ООО «ТТЛ». Срок реализации – 2021-2023 г.г.
- проект на сумму 23 млн. руб. направлен на разработку аддитивной технологии изготовления композиционного материала на основе жаростойкого сплава, упрочненного карбидом кремния. Инициатор – АО «Композит». Срок реализации – 2022-2024 г.г.
- проект на сумму 6,4 млн. руб. направлен на разработку технологического процесса изготовления опытных образцов литых заготовок деталей камеры сгорания ГТЭ-170, изготовленных из жаропрочного сплава ВХ4Л-ВИ ОСТ1 90126-85 и ВЖЛ-14А ОСТ 92-1166-86 методом точного литья в термически обработанном состоянии. Инициатор – ООО «ИЦ АТ». Срок реализации – 2020-2022 г.г.
- проект на сумму 30,8 млн. руб. направлен на разработку конструкторской документации, изготовление и поставку оснастки для рабочей лопатки 4 ступени и сопловой лопатки 4 ступени ГТЭ-65.1. Инициатор – ООО «ТТЛ». Срок реализации – 2022 г.
- проект на сумму 15 млн. руб. направлен на разработку конструкторской документации, изготовление и поставку оснастки для сопловой

- лопатки 3 ступени ГТЭ-65.1. Инициатор – ООО «ТТЛ». Срок реализации – 2022-2023 г.г.
- проект на сумму 7,717 млн. руб. направлен на разработку технологии изготовления опыт-
- ных образцов заготовок рабочих и сопловых лопаток 1-4 ступени газовой турбины ГТЭ-65.1 в части финишных операций. Инициатор – ООО «ТТЛ». Срок реализации – 2022 г.

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2022 г.

- Проведена оптимизация режимов технологического процесса изготовления полуформ капсул из стального порошка методом холодного газодинамического напыления. Впервые в мировой практике был получен образец материала (IN738LC) методом гранульной металлургии с использованием капсулы, изготовленной методом ХГН
- Разработана технологическая схема и режимы изготовления пористых 3D структур на основе жаростойкого сплава методом АТ. Разработаны режимы насыщения карбидом кремния пористых 3D структур на основе жаростойкого сплава.
- Спроектированы и изготовлены технологические оснастки для рабочих и сопловых лопаток ГТЭ-65.1.
- Проводится огромная работа по технологическому проектированию производства литья крупногабаритных лопаток, в том числе подбор отечественного оборудования, планировка участка финишных операций, проектирование и изготовление вспомогательного оснащения.

Основные научно-технические показатели

В 2022 году коллективом лаборатории было создано 2 охраноспособных результата интеллектуаль-

ной деятельности. Количество защищенных кандидатских диссертаций – 1.

Контактная информация

Петровский Павел Владимирович, заведующий лабораторией

+7 (499) 236-88-45

petrovskiy@misis.ru



ЛАБОРАТОРИЯ «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ»



Труханов Алексей
Валентинович, заведующий
лабораторией, д-р физ.-мат.
наук

Цель лаборатории:

Разработка новых функциональных материалов с управляемыми свойствами для создания современных миниатюрных интеллектуальных сенсоров (включая сенсоры с возможностью бесконтактного регистрации электрических, магнитных, механических и тепловых параметров);

13,0 млн руб.

Общий объем финансирования
научно-исследовательских
работ в 2022 г.

Задачи:

1. Исследования в области магнитомягких материалов на основе аморфных и нанокристаллических сплавов переходных металлов для сенсоров, работающих на принципе гигантского магнитоимпедансного эффекта;
2. Исследования в области магнитоэлектрических материалов на основе многокомпонентных оксидов переходных металлов и их композитов для сенсоров, работающих на принципе мультиферроидного эффекта.

Основные научные направления деятельности лаборатории

Объектами исследований являются: функциональные магнитные материалы (магнитомягкие материалы на основе аморфных и нанокристаллических сплавов переходных металлов; магнитоэлектрические материалы на основе многокомпонентных оксидов переходных металлов и их композитов) для сенсорных применений; Прототипы сенсорных элементов на основе материалов.

Предметом исследований являются: корреляция фазового состава, структурных характеристик, магнитных/электрических свойств объектов исследований в широких диапазонах внешних воздействий (температура, магнитные/электрические поля; давления).

Кадровый потенциал подразделения

2 доктора наук; 2 кандидата наук; 6 сотрудников без ученой степени (3 из которых аспиранты).

Наиболее крупные проекты

В 2022 году выполнялся Грант РНФ «Разработка и исследование новых композиционных материа-

лов «полимер/наноуглерод/феррит» для развития 5G-технологий» (№ 19-72-10071-П).

Важнейшие научно-технические достижения подразделения

Установлено влияние условий предварительной обработки подложек (а именно влияние морфологии поверхности подложек) на особенности морфологии поверхности и градиент химического состава (соотношение концентраций Ni и Fe) для магнито-

мягких материалов на основе сплавов переходных металлов на примере нанокристаллических пленок NiFe. Показано влияние морфологии поверхности подложки (в условиях различной обработки) на концентрацию железа в исследуемых пленках и

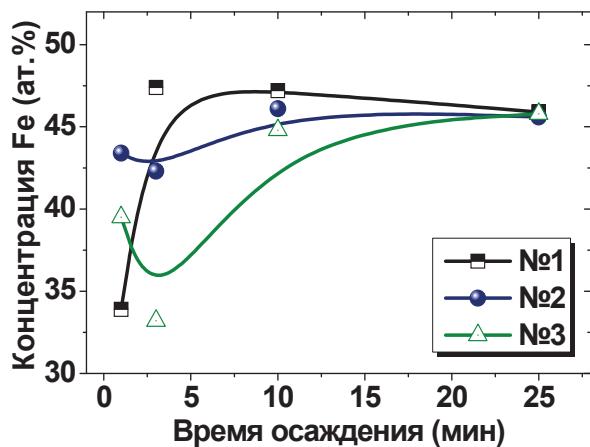
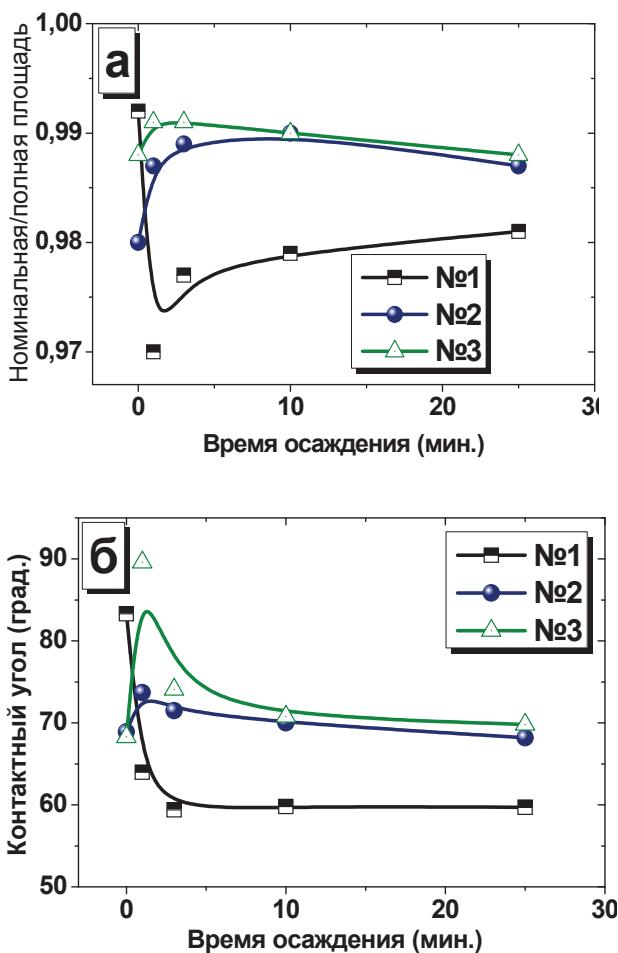


Рисунок А – Изменение концентрации Fe в пленках NiFe в зависимости от времени осаждения

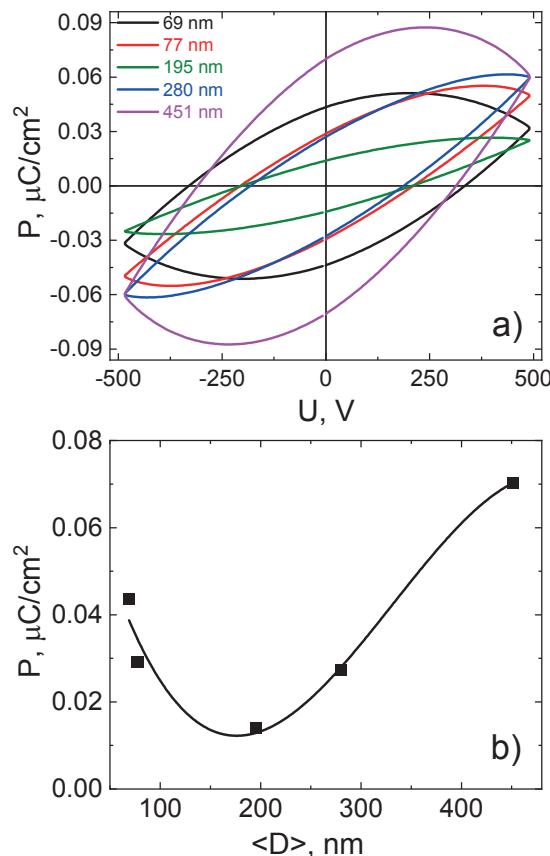
их структурные параметры. Проанализированы основные структурные параметры для пленочных материалов, описывающие состояние морфологии: микрорельеф; наношероховатость; контактный угол смачивания, средний размер зерна. Проведены исследования корреляции структурных параметров объектов исследований и их химического состава на различных стадиях роста.

Проведены исследования корреляции режимов синтеза, фазового состава, структурных параметров и электрической поляризации для магнитоэлектрических материалов на основе многокомпонентных оксидов ионов железа со структурой магнето-плюмбита – гексаферриты бария M-типа $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$. Установлена природа формирования ненулевого дипольного момента в квази-центросимметричных системах сложных оксидов. Исследована эволюция электрической поляризации при переходе от



а) Соотношение номинальной и полной площадей;
б) контактный угол

Рисунок Б – Особенности морфологии поверхности пленок NiFe, осажденных на три типа подложек в зависимости от продолжительности осаждения



а) Зависимость электрической поляризации от внешнего электрического поля; б) Зависимость максимального значения электрической поляризации от среднего размера кристаллита

Рисунок В – результаты исследований сегнетоэлектрического упорядочения в образцах $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$, отожженные при температурах 700 °C – 1100 °C

полярной структуры Пр.Гр. Р63mc к центросимметричной структуре Пр.Гр. Р63/mmc в результате преобразования координат атомов через параметр

порядка. Подтверждена природа формирования ненулевого дипольного момента в квази-центро-симметричной группе.

Подготовка специалистов высшей квалификации

Сотрудниками лаборатории являются 3 аспиранта. Аспиранты проводят исследования в рамках подготовки диссертационных работ.

Основные публикации

1. Munirah A. Almessiere, Yassine Slimani, Sadaqat Ali, Abdulhadi Baykal, Rabindran Jermy Balasamy, Sadik Güner, Ismail Alhassan Auwal, Alex V. Trukhanov, Sergei V. Trukhanov, Ayyar Manikandan, Impact of Ga³⁺ ion on structure, magnetic and optical features of Co/Ni nanostructured spinel microspheres // Nanomaterials 12(16) (2022) 2872, <https://doi.org/10.3390/nano12162872>;
2. Tatiana I. Zubari, Tatsiana I Usovich, Daria I. Tishkevich, Oleg D. Kanafyev, Vladimir A. Fedkin, Anna N. Kotelnikova, Maria I. Panasyuk, Alexander S. Kurochka, Alexander V. Nuriev, Abubakr M. Idris, Mayeen U. Khandaker, Sergei V. Trukhanov, Valery M. Fedosyuk, Alex V. Trukhanov, Features of galvanostatic electrodeposition of NiFe films with composition gradient: influence of substrate characteristics // Nanomaterials 12(17) (2022) 2926, <https://doi.org/10.3390/nano12172926>;
3. Reda E. El-Shater, Hassan El Shimy, Samia A. Saafan, Moustafa A. Darwish, Di Zhou, Alex V. Trukhanov,
4. Vitalii Turchenko, A. S. Bondyakov, Sergei Trukhanov, Ignasi Fina, V. V. Korovushkin, Maria Balasoiu, Silviu Polosan, Bernat Bozzo, Nicoleta Lupu, Alex Trukhanov, Microscopic mechanism of ferroelectric properties in barium hexaferrites // Journal of Alloys and Compounds 928 (2022) 166954, <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2022.166954>;
5. Reda E.El-Shater, Ahmed S. Atlam, M.K. Elnimr, S.T. Assar, S.V. Trukhanov, D.I. Tishkevich, T.I. Zubari, A.V. Trukhanov, Di Zhou, M.A. Darwish, AC measurements, impedance spectroscopy analysis, and magnetic properties of a multiferroic composite // Materials Science & Engineering B 286 (2022) 116025, <https://doi.org/10.1016/j.mseb.2022.116025>.

Основные научно-технические показатели

Опубликованы 5 статей в высокорейтинговых журналах (4 статьи в Q1 и 1 статья в Q2).

Уникальное оборудование

Ожидается поставка и введение в эксплуатацию. В апреле лаборатория планирует получить:

- Установка вакуумного термического напыления УРМ.279.017 – 1 шт;
- Установка вакуумного термического напыления УВН-2М-2 – 1 шт;

- Установка магнетронного напыления Leybold Heraeus Z-650 – 1 шт;
- В настоящее время ведутся работы по сборке установки для получения магнитных пленок методом лазерной абляции.

Контактная информация

**Труханов Алексей Валентинович,
заведующий лабораторией**
+7(905)513-52-06
truhanov86@mail.ru
кабинет К-427



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 металлокерамических мультиматериалов».

Научно-исследовательская деятельность лаборатории направлена на разработку металломатричных

композиционных материалов на основе легких металлов и сплавов; новых сплавов для аддитивного производства; разработку основ получения новых материалов методами аддитивного производства; решения практических задач в областях химического синтеза, промышленного катализа и аддитивных технологий.

Основные научные направления деятельности лаборатории

- материалы и технические решения для аддитивного производства металлических и металлосодержащих изделий;
- металломатричные 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: 3 чел.

Инженерно-технических работников: 4 чел.

Магистрантов, задействованных в НИР: 3 чел.

58 тыс. руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 г.

Наиболее крупные проекты

- Государственное задание № 075-00268-20-02 (идентификатор: 0718-2020-0040) по теме: «Комплексная переработка углеводородов с получением водородсодержащих газов и прекурсоров композиционных материалов для аддитивного производства»;
- 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 металлокерамических мультиматериалов».

Важнейшие научно-технические достижения

- Разработана универсальная методика подбора режимов 3D печати новых материалов;
- 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, обнаружены основные закономерности и выявлены оптимальные параметры процесса печати.

Основные публикации

1. A.B. Spierings, D.Yu. Ozherelkov, F. Kneubühler, S.A. Eremin, I.A. Pelevin, A.Yu. Nalivaiko, E.A. Petrov, A.A. Gromov, K. Wegener. Laser powder bed fusion of AlSi10Mg-based composites with graphene and nanodiamond additions. *Journal of Alloys and Compounds* 2023, 947, 169421. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2023.169421>;
2. D. Yu. Ozherelkov, I. A. Pelevin, A. Yu. Nalivaiko, S. V. Chernyshikhin, A. A. Komissarov, V. E. Bazhenov, A. A. Gromov. Mechanical behavior and microstructural characteristics of additively manufactured AlSi10MgCu/Al₂O₃ composites fabricated using an electromagnetic vortex layer system. *Materials Today Communications*, 2022, 31, 103672. <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2022.103672>;

3. A.Y. Nalivaiko, V.V. Doroshenko, N. Kuang, D.Y. Ozherelkov, I.A. Pelevin, A.A. Gromov. Synthesis of Al-Al2O3-CNF Composite by Cold Spray Method: Powder Preparation and Synthesized Objects Characterization. *Nanomaterials*, 2022, 12, 1559. <https://doi.org/10.3390/nano12091559>;
4. I.A. Pelevin, D.Yu. Ozherelkov, S.V. Chernyshikhin, A.Yu. Nalivaiko, A.A. Gromov, V.B. Chzhan, E.A. Terekhin, I.S. Tereshina. Selective laser melting of Nd-Fe-B: Single track study. *Materials Letters*, 2022, 315, 131947. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2022.131947>;
5. 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>;
6. 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>;
7. 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>;
8. 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>;
9. 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>;
10. 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>.

Основные научно-технические показатели

- в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus - 26;
- конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения – 11.

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 спинtronики, 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, и функционирующих на принципах когерентности, квантовой суперпозиции, конструктивной гибридизации сверхпроводящего и магнитного порядков подсистем.

Также лаборатория занимается созданием функциональных сверхпроводниковых микро- и наноструктур, изучением фундаментальных явлений в сверхпроводниковых структурах и развитием элементной базы для передовых направлений сверхпроводниковой электроники и СВЧ электроники, в том числе – нейроморфных схем.

Основные научные направления деятельности лаборатории

- 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 – 6

Кандидатов наук – 15

Аспирантов – 6

Инженерно-технологических работников – 5

Студентов – 4

37,0 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 г.

Наиболее крупные проекты

1. Научно-исследовательская работа по теме «Сверхпроводящие гибридные системы для элементов альтернативной пост-кремниевой электроники: спинtronики, магноники, квантовых и нейроморфных систем» (номер научной темы 0718-2020-0025) в рамках выполнения государственного задания НИТУ МИСИС (этап 3);
2. Проект № К2-2022-029 «Сверхпроводниковые фазовые элементы для квантовых и нейроморфных систем» в рамках реализации программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» в рамках стратегического проекта Квантовый интернет (этап 1).

Важнейшие научно-технические достижения подразделения

Разработки лаборатории вошли в международную дорожную карту по концепциям спин-волновых вычислений [Chumak A. V., Kabos P., Wu M. et. al. / Ad-

vances in Magnetics Roadmap on Spin-Wave Computing // IEEE Transactions on Magnetics. – 2022. – Vol. 58. – Issue 6. – No. 0800172].

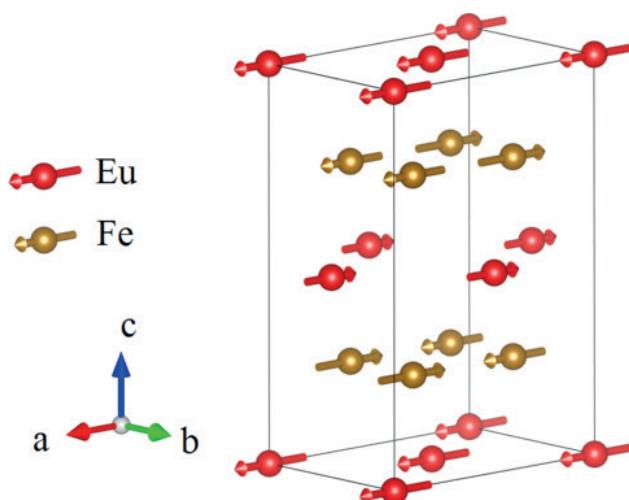


Рисунок А – Магнитная структура EuFeAs, состоящая из взаимодействующих подрешеток Fe в состоянии волн спиновой плотности и Eu в антиферромагнитном состоянии А-типа

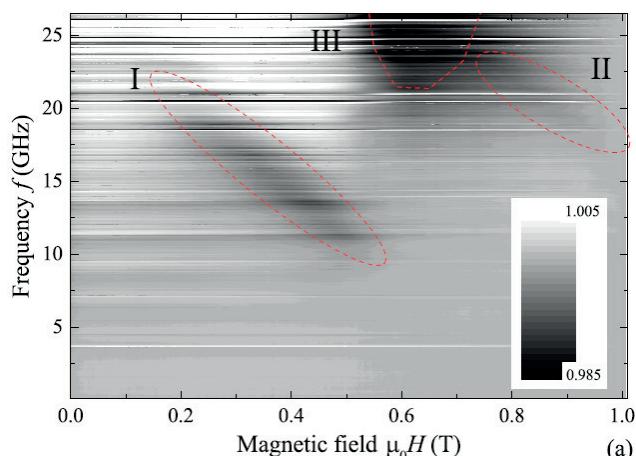


Рисунок Б – Экспериментальный резонансный спектр подрешетки Eu

Ученым лаборатории удалось разгадать магнитную структуру монокристаллов EuFeAs – материала, являющимся основой ферромагнитных сверхпроводников (рис. А и Б) [Golovchanskiy I. A., Abramov N. N.,

Vlasenko V. A. et al. / Antiferromagnetic resonances in twinned EuFe₂As₂ single crystals // Physical Review B. – 2022. – Vol. 106. – Issue 2. – Article 024412.].

Подготовка специалистов высшей квалификации

Головчанский Игорь Анатольевич защитил докторскую диссертацию «Динамика магнитного момента

в гибридных системах сверхпроводник-ферромагнетик», дата защиты 21.12.2022.

Основные публикации

1. Kudriashov A., Babich I., Hovhannisyan R.A. et. al. / Revealing Intrinsic Superconductivity of the Nb/BiSbTe₂Se Interface // Advanced Functional Materials. – 2022. – Vol. 32 (49). – No. 2209853;
2. Grebenchuk S.Yu., Hovhannisyan R.A., Shishkin A.G. et.al. / Magnetic Force Microscopy for Diagnosis of Complex Superconducting Circuits // Physical Review Applied. – 2022. – Vol. 18. – No. 054035;
3. Noyan A.A., Ovchenkov Ye. A., Ryazanov V.V. et.al. / Size-Dependent Superconducting Properties of In Nanowire Arrays // Nanomaterials. – 2022. – Vol. 12 (22). – No. 4095;
4. Stolyarov V.S., Ruzhitskiy V., Hovhannisyan R.A. et.al. / Revealing Josephson Vortex Dynamics in Proximity Junctions below Critical Current // Nano Letters. – 2022. – Vol. 22 (14). – P. 5715-5722;
5. Neilo A., Bakurskiy S., Klenov N. et.al./ Superconducting Valve Exploiting Interplay between Spin-Orbit and Exchange Interactions // Nanomaterials. – 2022. – Vol. 12(24). – No. 4426;
6. Yanilkin I., Gumarov A., Golovchanskiy I. et.al. / Engineering the Exchange Spin Waves in Graded Thin Ferromagnetic Films // Nanomaterials. – 2022. – Vol. 12(24). – No. 4361;
7. Stolyarov V., Oboznov V., Kasatonov D. et.al. / Effective Exchange Energy in a Thin, Spatially Inhomogeneous CuNi Layer Proximity by Nb // Journal of Physical Chemistry Letters. – 2022. – Vol. 13 (28). – P. 6400-6406;
8. Golovchanskiy I.A., Maltsev E.I., Shchetinin I.V. et al. / Magnetic resonances in EuSn₂As₂ single crystal. // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. – 2022. – Vol. 562. – No. 11. – Article 169713;
9. Karelina L.N., Shuravin N.S., Ionin A.S. et al. / Magnetic Memory Effect in Planar Ferromagnet/Superconductor/Ferromagnet Microbridges Based on Highly Diluted PdFe Alloy. // JETP Letters. – 2022. – Vol. 116. – P. 110-116.

Основные научно-технические показатели

Количество публикаций, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 15;

Количество конференций, в которых приняли участие сотрудники подразделения – 9;

Количество защищенных докторских диссертаций – 1;

Подано патентных заявок – 2.

Контактная информация

Головчанский Игорь Анатольевич, заведующий лабораторией

+7(495)638-46-46

golovchanskii.ia@misis.ru

Б-706



ЛАБОРАТОРИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ



Шулятев Дмитрий
Александрович, канд. техн.
наук, доцент

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 лаборатории

- Моделирование свойств материалов с высокой точностью и производительностью с учетом температуры, неупорядоченного магнетизма, электронных корреляций и т.д.;
- Моделирование влияния примесей и комбинаций примесей на свойства аустенитной фазы железа с фокусом на фундаментальные исследования магнитно-неупорядоченных фаз;
- Исследование влияния динамики кристаллической решетки, магнитных и многоэлектронных эффектов на свойства перспективных материалов для приложений в электронике и экологически чистой энергетике;
- Моделирование технологически важных нитридов, карбидов, боридов и интерметаллидов;
- Исследование электронных и магнитных свойств перспективных наноматериалов.
- Разработка методологии и проведение первопринципных расчетов для создания нового поколения термодинамических баз данных.

Кадровый потенциал подразделения

Докторов наук – 1

Кандидатов наук – 5

Аспирантов – 2

Студентов – 4

25,3 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 г.

Наиболее крупные проекты

- Грант РНФ: «Выявление фундаментальных соотношений поведения материалов в экстремальных условиях»;
- Грант РНФ: «Компьютерный скрининг свойств титановых и циркониевых сплавов в многомерном пространстве концентраций и температуры»;
- Грант РНФ: «Компьютерный дизайн новых перспективных конструкционных материалов для ядерной энергетики»;
- Грант в рамках Программы стратегического академического лидерства Приоритет-2030: «Создание прототипа базы данных соединений с плато намагниченности».

Важнейшие научно-технические достижения подразделения

- В рамках методов DFT+DMFT с полным циклом самосогласования по зарядовой плотности и DFT-DLM было проведено исследование электронной структуры и магнитных свойств

MAX-фазы Mn₂GaC. Результаты DFT+DMFT показывают сложное магнитное поведение Mn₂GaC с сильно конкурирующими состояниями FM и AFM при низких температурах.

- Это предполагает высокую чувствительность магнитного состояния Mn₂GaC к мелким деталям его кристаллической структуры, объему решетки и давлению, что согласуется с экспериментальными данными. Показано, что FM и AFM состояниях Mn₂GaC представляет собой умеренно коррелированный металл, демонстрирующий типичное ферми-жидкостное поведение. Обнаружено, что магнитные свойства в Mn₂GaC формируются в режиме близости к области образования локальных магнитных моментов, при котором локализация фактически обусловлена не кулоновским, а хундовским обменным взаимодействием.
- Исследована новая фаза высокого давления PdN₁₂, содержащая пентазолат-анион (цикло-N₅–), 4-кратно координированные атомы Pd и гостевые молекулы диоксида азота, которые расположены в одномерных каналах. Расчет электронной плотности состояния и зонной структуры нитрида для различных давлений и функционалов показал, что PdN₁₂ является не-прямозонным полупроводником. Также показано, что перенос заряда от Pd на молекулы азота стабилизирует систему на давлении синтеза. Карты выпуклых оболочек (convex hull, CH) для давлений 40–100 ГПа продемонстрировали, что на давлении синтеза ~100 ГПа линии CH образованы структурами PdN₁₂ и PdN₂, что совпадает с условиями эксперимента.
 - Проверена динамическая устойчивость Re₇N₃ в гармоническом приближении. Показано, что при 100 ГПа выполняется условие динамической устойчивости несмотря на то, что энталпия образования Re₇N₃ значительно выше выпуклой оболочки. При ~730 ГПа появляются мнимые частоты, что означает динамическую неустойчивость в гармоническом приближении. Расчеты колебательной спектральной функции, проведенные в рамках высокоеффективной самосогласованной схемы применения метода TDEP при T = 300 К и учитывающие ангармонические эффекты колебаний решетки, не показывают никаких признаков динамической неустойчивости и подтверждают, что Re₇N₃ по крайней мере метастабилен при этом давлении.
 - Был разработан высокоавтоматизированный рабочий процесс с высокой пропускной способностью для создания базы данных по промышленно значимым материалам, таким как бинарные и тройные нитриды. Использован высокопроизводительный набор инструментов для автоматизации рабочего процесса расчетов в рамках теории функционала плотности.
 - Аналитически доказано, что модули упругости высших (третьего и четвертого) порядков предварительно напряженных монокристаллов при высоком давлении, полученные из свободной энергии Гиббса, входят в соотношения между напряжением Коши и тензором конечных деформаций Лагранжа так же, как и модули упругости второго порядка и, следовательно, непосредственно описывают нелинейную упругость предварительно напряженных кристаллов.
 - В рамках теоретического описания богатых азотом соединений в системе Ta–N, были получены термодинамические выпуклые оболочки для системы Ta–N при различных давлениях с учетом новых экспериментально открытых фаз TaN₄ и TaN₅. Данные по выпуклым оболочкам хорошо согласуются с известными на данный момент литературными данными. Показано, что соединения TaN₄ и TaN₅ становятся стабильными при давлениях порядка 80–120 ГПа, что согласуется с условиями их экспериментального синтеза.
 - Дано систематическое описание термодинамических и механических характеристик бинарных сплавов на основе ОЦК титана с переходными металлами и некоторыми неметаллами.
 - Совместно с группой экспериментаторов показана возможность синтеза и теоретического описания материалов при рекордных гидростатических давлениях в 1 ТРа.
 - Теоретически показано, что ОЦК титан при высоких температурах демонстрирует нелинейный отклик на деформации. Выведены аналитические выражения для описания криевых напряжение–деформация, учитывающие упругие модули вплоть до 4 порядка.

Подготовка специалистов высшей квалификации

- Защищена одна выпускная квалификационная работа магистра.
- Защищены две выпускные квалификационные работы бакалавра.

Основные публикации

1. Leonid Dubrovinsky, Saiana Khandarkhaeva, Timofey Fedotenko, Dominique Laniel, Maxim Bykov, Pavel Sedmak, Stella Chariton, Vitali

Prakapenka, Alena V. Ponomareva, Ekaterina A. Smirnova, Maxim P. Belov, Ferenc Tasnádi, Nina Shulumba, Florian Trybel, Igor A. Abrikosov Natalia

- Dubrovinskaia, Materials synthesis at terapascal static pressures // Nature 605, 274–278 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04550-2>;
2. E.A. Smirnova, A.V. Ponomareva, A.B. Syzdykova, M.P. Belov, Ab initio systematic description of thermodynamic and mechanical properties of binary bcc Ti-based alloys // Materials Today Communications 31:103583, April 2022, <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2022.103583>;
 3. H. J. M. Jönsson, M. Ekholm, I. Leonov, M. N. Miheev, M. Dahlqvist, J. Rosen, I. A. Abrikosov, Correlation strength, orbital-selective incoherence, and local moments formation in the magnetic MAX-phase Mn_2GaC // Phys. Rev. B 105, 035125 – Published 18 January 2022 DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.105.035125>;
 4. Brian Walls, Oisín Murtagh, Sergey I. Bozhko, Andrei Ionov, Andrey A. Mazilkin, Ainur Zhussupbekova, Dmitry A. Shulyatev, Kuanysh Zhussupbekov, Nikolai Andreev, Nataliya Tabachkova, Igor V. Shvets VO_x Phase Mixture of Reduced Single Crystalline V_2O_5 : VO_2 Resistive Switching// Materials 2022, 15(21), 7652, <https://doi.org/10.3390/ma15217652>;
 5. O. M. Krasilnikov, Yu. Kh. Vekilov, S. I. Simak, Comment on “Nonlinear elasticity of prestressed single crystals at high pressure and various elastic moduli” // Phys. Rev. B 105, 226101 – Published 22 June 2022, DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.105.226101>
 6. Rudenko Alexander N., Acharya Swagata, Tasnádi Ferenc, Pashov Dimitar, Ponomareva Alena V., van Schilfgaarde Mark, Abrikosov Igor A., Katsnelson Mikhail, Electronic and optical properties of crystalline nitrogen versus black phosphorus: A comparative first-principles study, Phys. Rev. B 105, 205135 (2022) , <https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevB.105.205135>;
 7. Белов М.П., Синяков Р.И., Динамика решетки и нелинейный отклик ОЦК титана на деформации при высокой температуре в методе первопринципной молекулярной динамики // Физика твердого тела, 2022, том 64, вып. 8 , DOI: 10.21883/FTT.2022.08.52682.362;
 8. Пономарева А.В., Смирнова Е.А., Ab initio исследование влияния Al на энталпию растворения примеси углерода в парамагнитном ГЦК Fe-Mn сплаве // Журнал экспериментальной и теоретической физики, Том: 162 Номер: 6 (12) Год: 2022, Страницы: 957-967

Основные научно-технические показатели

- публикаций в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 9;
- единиц уникального – оборудования – 1 (компьютерный кластер, входящих в топ-50 суперкомпьютеров РФ).

Контактная информация

Шулятев Дмитрий Александрович, заведующий лабораторией

+7 (495) 638-44-69

shulyatev@misis.ru

кабинет Б-107



МЕЖКАФЕДРАЛЬНАЯ УЧЕБНО-ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ «МОНОКРИСТАЛЛЫ И ЗАГОТОВКИ НА ИХ ОСНОВЕ»



Гореева Жанна Анатольевна,
заведующая лабораторией

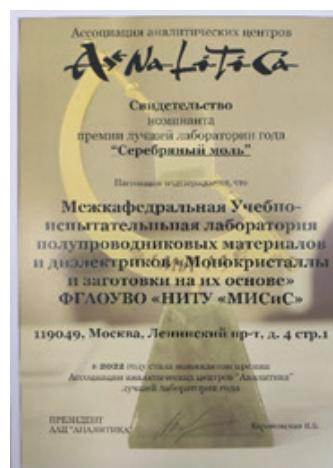
Межкафедральная учебно-испытательная лаборатория полупроводниковых материалов и диэлектриков «Монокристаллы и заготовки на их основе» (ИЛМЗ), являющаяся структурным подразделением НИТУ МИСИС, основана в 2001 г на базе кафедры физики кристаллов НИТУ МИСИС.

В 2018 году на основании приказа от 18.06.2018 № 405о.в. ИЛМЗ была перемещена в структуру Центра коллективного пользования «Материаловедение и металлургия» НИТУ МИСИС, заведующей ИЛМЗ назначена Гореева Ж.А.

В 2020 году ИЛМЗ прошла очередную аккредитацию (Аттестат №AAC.T.00038) в Органе по аккредитации ААЦ «Аналитика», являющимся полноправным членом и участником Международного Соглашения о взаимном признании ILAC и APLAC.

Срок действия аттестата аккредитации 5 лет – до 25 февраля 2025 г. В марте 2022 г. – успешно прошла очередной инспекционный контроль со стороны ААЦ «Аналитика».

В апреле 2022 г. ИЛМЗ стала номинантом премии лучшей лаборатории года «Серебряный моль». Премия учреждена Ассоциацией аналитических центров «Аналитика» и присуждается ежегодно одной из российских испытательных и аналитических лабораторий за особые достижения в области испытаний и аналитического контроля.



Деятельность лаборатории направлена на:

- Проведение испытательных работ в соответствии с областью аккредитации;
- Метрологическое обеспечение процессов измерения оптических параметров диэлектрических и полупроводниковых материалов, включая разработку новых и актуализацию ранее аттестованных методик измерений, разработку и аттестацию стандартных образцов;
- Разработку нормативно-технической документации, регламентирующей проведение испытательных работ и получение достоверной информации о параметрах и свойствах испытуемых объектов;
- 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 постлеростовыми обработками диэлектрических и полупроводниковых материалов; применением диэлектрических материалов в качестве элементов управления лазерным лучом, фильтров на поверхностных и объемных акустических волнах, детекторов частиц больших энергий, датчиков различных физических величин, высокотемпературных пьезодатчиков.

Область аккредитации лаборатории включает в себя:

- определение свойств материалов, порошков и заготовок на их основе;
- измерение геометрических размеров заготовок;

Основными объектами испытаний в соответствии с областью аккредитации являются:

- оптические материалы для активных лазерных элементов, элементов для генерации и преобразования лазерного излучения и проходной оптики;
- акустооптические материалы;
- порошковые материалы;
- электрооптические материалы и заготовки из этих материалов;
- заготовки для изделий микро- и наноэлектроники.

ИЛМЗ является первой, независимой от производителей и потребителей продукции «третьей стороной» и пока остается единственной в России лабораторией с подобной областью аккредитации.

Кадровый потенциал

В лаборатории работают специалисты, имеющие многолетний опыт проведения испытательных работ в соответствии с областью аккредитации.

Важнейшие научно-технические достижения подразделения

Испытательные работы: В 2022 году в лаборатории проводились испытания как по МВИ, включенным в область аккредитации, так и по новым МВИ, разработанным в ИЛМЗ. На 31.12.2022 г. выдано Протоколов измерений - 84 (часть из них выдана в рамках выполнения работ студентов и аспирантов НИТУ МИСИС), Отчетов об испытаниях (полный отчет о проведенных измерениях) – 22.

Заказчики: «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук» ИОФ РАН, ИПЛИТ

РАН (филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника РАН»), АО «ФОМОС-МАТЕРИАЛЫ», подразделения НИТУ МИСИС и др.

Анализ улучшения и результативности деятельности ИЛМЗ проводится в соответствии с разработанной в ИЛМЗ «Методикой количественной оценки улучшения и результативности испытательной лаборатории».

Подготовка специалистов высшей квалификации

В лаборатории выполняются выпускные квалификационные работы бакалавров и магистров.

В декабре 2022 г аспиранткой Касимовой В.М. была успешно проведена защита диссертации на соис-

канье ученой степени кандидата физико-математических наук, выполненной под руководством с.н.с., к.ф.-м.н. Козловой Н.С.

На базе оборудования и уникальных МВИ, разработанных в ИЛМЗ:

- 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

Количество публикаций в 2022 году – 9, из них статей – 5, материалов конференций – 4.

Статьи:

1. Spassky D., Fedyunin F., Rubtsova E., Tarabrina N., Morozov V., Dzhevakov P., Chernenko K., Kozlova N., Zabelina E., Kasimova V., Buzanov O. Structural, optical and luminescent properties of undoped $Gd_3Al_xGa_5-xO_{12}$ ($x = 0,1,2,3$) and $Gd_2YAl_2Ga_3O_{12}$ single crystals // Optical Materials. – 2022. – 125–112079. -p.1-10. <https://doi.org/10.1016/j.optmat.2022.112079> (Q2);
2. Kiryukhantsev-Korneev) P. V., Sytchenko A. D., Kozlova N. S., Zabelina E.V., Skryleva E. A., Kaplansky Y. Y., Vakhrushev R. A., Levashov E. A. Structure and properties of protective amorphous ZrBN coating // Surface and Coatings Technology. – 2022. – V. 9. – № 8. – P.128849 <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2022.128849>;
3. Kasimova V. M., Kozlova N. S., Buzanov O. A., Zabelina E. V., Targonskii A. V., and Rogachev A. V. Effect of Partial Substitution of Aluminium for Gallium on the Properties of Gadolinium Aluminum Gallium Garnet Single Crystals // Inorganic Materials. – 2022. – Vol. 58. – No. 3. – pp. 288–294. <https://doi.org/10.1134/S0020168522030062>;
4. Kozlova N.S., Levashov E.A., Kiryukhantsev-Korneev P.V., Sytchenko A.D., Zabelina E.V. Multi-angle spectrophotometry as a tool for determination of film parameters on single-layer structures // Modern Electronic Materials. – 2022. – Vol. 8. – № 2. – pp. 51–57. <https://doi.org/10.3897/j.moem.8.2.8423>;
5. Zabelina E. V., Kozlova N. S., Svistkova I. I. Practice of the Visual Determination of the Direction of the Rotation of the Light Polarization Plane in Gyrotropic Uniaxial Single Crystals // Russian Microelectronics. – 2022. – Vol. 51, No. 8, pp. 1–5. <https://doi.org/10.1134/S1063739722080145>.

Материалы конференций:

1. Касимова В.М., Козлова Н.С., Бузанов О.А., Забелина Е.В., Таргонский А.В., Рогачев А.В. Влияние изотермических отжигов на оптические свойства и дефектообразование кристаллов $Gd_3Al_2Ga_3O_{12}:Ce^{3+}$ // Сборник докладов конференции «Перспективные материалы и технологии» Института перспективных технологий и индустриального программирования РТУ МИРЭА, 2022 г. – с. 379–386;
2. Забелина Е.В., Козлова Н.С., Гореева Ж.А., Диденко И.С., Быкова М.Б., Касимова В.М. Обеспечение качества измерений параметров монокристаллов и заготовок на их основе // Сборник докладов конференции «Перспективные материалы и технологии» Института перспективных технологий и индустриального программирования РТУ МИРЭА, 2022 г.

Конференции: количество конференций, в которых с докладами принимали участие сотрудники ИЛМЗ – 7 (3 устных и 4 стендовых доклада).

1. Конференции «Перспективные материалы и технологии» Института перспективных технологий и индустриального программирования РТУ МИРЭА Москва – 11 – 15 апреля 2022 г.

2 устных онлайн доклада:

- Обеспечение качества измерений параметров монокристаллов и заготовок на их основе. Забелина Е.В., Козлова Н.С., Гореева Ж.А., Диденко И.С., Быкова М.Б., Касимова В.М.;

1. Влияние изотермических отжигов на оптические свойства и дефектообразование кристаллов $Gd_3Al_2Ga_3O_{12}:Ce^{3+}$. Касимова В.М., Козлова Н.С., Бузанов О.А., Забелина Е.В., Таргонский А.В., Рогачев А.В.
2. Всероссийская научная конференция с международным участием «IV БАЙКАЛЬСКИЙ МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКИЙ ФОРУМ» 1–7 июля 2022 г., Улан-Удэ – оз. Байкал

1 устный доклад и 1 стендовый доклад:

- Влияние соотношения галлия к алюминию в катионной подрешетке на физические параметры кристаллов гадолиний-алюминий-галлиевого граната. Н. С. Козлова, Е. В. Забелина, В. М. Касимова, О. А. Бузанов, А. В. Таргонский, А. В. Рогачев;
- Оптические свойства кристаллов группы ланганита. Е. В. Забелина, Н. С. Козлова, О. А. Бузанов, В. М. Касимова, П. Б. Лагов, Ю. С. Павлов, В. С. Столбунов, Т. В. Кулевой, М. Е. Летовальцева
- 3. 10th Jubilee international conference on radiation in various fields of research (RAD 2022) summer edition 25–29.07.2022 Herceg Novi, Montenegro

1 стендовый доклад:

- Influence of proton irradiation on the optical properties of garnet $Gd_3Al_xGa_5-xO_{12}$ ($x = 0,1,2,3$) single crystals D. Spassky, A. Spassky, F. Fedyunin, N. Kozlova, E. Zabelina, V. Kasimova, O. Buzanov

Профориентационная работа:

Сотрудниками ИЛМЗ ведутся работы со школьниками:

- Организация и проведение презентаций и мастер-классов в рамках акции «Ночь в музее - 2022» НИТУ МИСИС.

- Экскурсии и занятия на базе лаборатории.

Основные научно-технические показатели

Количество объектов интеллектуальной собственности (ноу-хай) – 9.

Количество МВИ, разработанных в ИЛМЗ и оформленных в качестве стандарта организации (без учета аттестованных МВИ) – 7.

Количество разработанных в ИЛМЗ и аттестованных МВИ – 7.

Количество стандартных образцов предприятия (СОП), разработанных в ИЛМЗ – 11.

Количество единиц уникального оборудования – 8.

Контактная информация

Козлова Нина Семеновна, заместитель заведующего лабораторией

+7 (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,
доцент кафедры МифП

Лаборатория оснащена самым современным оборудованием для структурных исследований, механических испытаний и обработки различных материалов.

Основные научные направления деятельности лаборатории

Приоритетными задачами лаборатории являются разработка различных материалов нового поколения, проведение независимых экспертиз по установлению причин преждевременных выходов из строя различных металлоконструкций и оборудования, научно-техническое сопровождение прикладных исследований.

Кадровый потенциал подразделения

Заведующий лабораторией – 1; Ведущий эксперт научного проекта – 1; Эксперт научного проекта – 1; Главный научный сотрудник – 1; Старший научный сотрудник – 1; Младший научный сотрудник – 1; Инженер научного проекта – 3; Инженер научного проекта 1 категории – 1; Лаборант-исследователь – 4.

16,0 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 г.

Наиболее крупные проекты

- Участие в комплексном проекте по разработке импортозамещающей технологии производства биорезорбируемой системы фиксации из магниевых сплавов для остеосинтеза и конструктивно-восстановительного лечения в медицине и ветеринарии. Основная цель проекта: разработка магниевых сплавов, обладающих удовлетворительной биосовместимостью и биорезорбицией, отработка технологии получения готовых изделий. Ключевыми партнерами проекта являются Медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова и Сеульский национальный университет;
- Участие в комплексном проекте по разработке и освоению 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.

Важнейшие научно-технические достижения подразделения

- В рамках проекта по разработке импортозамещающей технологии производства биорезорбируемой системы фиксации из магниевых сплавов получены научно и экспериментально обоснованные химические композиции магниевых сплавов: это системы магний-цинк-магнезиево-кальций и магний-цинк-галлий. Проведенный комплекс материаловедческих исследований позволил гарантировать необходимый уровень механических свойств, а успешные испытания на цитотоксичность позволили
- перейти к испытаниям *in-vivo* на животных (лабораторных мышах). Следующим этапом исследований являются клинические испытания;
- В рамках проекта по разработке металловедческие и деформационные подходы повышения огнестойкости металлопроката для строительных конструкций. В результате была получена новая марка строительной стали, балки из которой успешно прошли натурные огневые испытания при участии ВНИИПО МЧС.

Подготовка специалистов высшей квалификации

- Под руководством заведующего лабораторией защищены 3 ВКР бакалавра и 4 магистерские диссертации;
- Организация семинарских занятий «Интеллектуальная среда», проводимых в лаборатории НИЛ «ГНМ»;
- Проведение курсов повышения квалификации по теме: «Перспективные методы исследований и технологии обработки материалов в современном материаловедении», выдано 20 удостоверений гос. образца.

Основные публикации

- S.O. Rogachev, E.A. Naumova, M.A. Vasina, N.Yu. Tabachkova, N.V. Andreev, A.A. Komissarov. Anomalous hardening of Al-8%Ca eutectic alloy due to a non-equilibrium phase state transition under laser irradiation // Materials Letters. – 2022. – V. 317. – P. 132129, DOI: 10.1016/j.matlet.2022.132129;
- Ozherelkov D.Y., Pelevin I.A., Nalivaiko A.Y., Komissarov A.A., Bazhenov V.E., Gromov A.A., Chernyshikhin S.V. Mechanical behavior and microstructural characteristics of additively manufactured AlSi10MgCu/Al2O3 composites fabricated using an electromagnetic vortex layer system // Materials Today Communications. – 2022. – V. 31. – P. 103672, DOI: 10.1016/j.mtcomm.2022.103672;
- A.V. Koltygin, V.E. Bazhenov, I.V. Plisetskaya, V.A. Bautin, A.I. Bazlov, N.Y. Tabachkova, O.O. Voropaeva, A.A. Komissarov, V.D. Belov. Influence of Zr and Mn additions on microstructure and properties of Mg-2.5wt%Cu-Xwt%Zn (X = 2.5, 5 and 6.5) alloys // International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials. – 2022. – V. 29. – N. 9. – P. 1733-1745, DOI:10.1007/s12613-021-2369-0;
- S.O. Рогачев, Е.А. Наумова, А.А. Комиссаров, М.А. Васина, М.Д. Павлов, А.А. Токарь. Влияние лазерной модификации поверхности на структуру и механические свойства эвтектических алюминиевых сплавов Al-8 %Ca, Al-10 %La, Al-10 %Ce и Al-6 %Ni // Известия Вузов. Цветная металлургия. – 2022. – № 6. – С. 58-70 (S.O. Rogachev, E.A. Naumova, A.A. Komissarov, M.A. Vasina, M.D. Pavlov, A.A. Tokar'. Effect of Laser Surface Modification on the Structure and Mechanical Properties of Al-8% Ca, Al-10% La, Al-10% Ce, and Al-6% Ni Eutectic Aluminum Alloys // Russian Journal of Non-Ferrous Metals. – 2022. – V. 63. – N. 6. – P. 671-680), DOI:10.17073/0021-3438-2022-6-58-70;
- Bazhenov Viacheslav, Li Anna, Tavolzhanskii Stanislav, Bazlov Andrey, Tabachkova Natalia, Koltygin Andrey, Komissarov Alexander, Shin Kwang Seon. Microstructure and Mechanical Properties of Hot-Extruded Mg-Zn-Ga-(Y) Biodegradable Alloys // Materials. – 2022. – V. 15. – N. 19. – P. 6849, DOI: 10.3390/ma15196849;
- Bazhenov Viacheslav, Li Anna, Iliasov Artem, Bautin Vasily, Plegunova Sofia, Koltygin Andrey, Komissarov Alexander, Abakumov Maxim, Redko Nikolay, Shin Kwang Seone. Corrosion Behavior and Biocompatibility of Hot-Extruded Mg-Zn-Ga-(Y) Biodegradable Alloys // Journal of Functional Biomaterials. – 2022. – V. 13. – N. 4. – P. 294, DOI:10.3390/jfb13040294;
- Lukashevich Konstantin, Sheremetev Vadim, Komissarov Alexander, Cheverikin Vladimir, Andreev Vladimir, Prokoshkin Sergey, Brailovski Vladimir. Effect of Cooling and Annealing Conditions on the Microstructure, Mechanical and Superelastic Behavior of a Rotary Forged Ti-18Zr-15Nb (at. %) Bar Stock for Spinal Implants // Journal of Functional Biomaterials. – 2022. – 13. – N. 4. – P. 259, DOI:10.3390/jfb13040259;
- Drobyshev Alexey, Komissarov Alexander, Redko Nikolay, Gurganchova Zaira, Statnik Eugene S., Bazhenov Viacheslav, Sadykova Iuliia, Miterev Andrey, Romanenko Igor, Yanushevich Oleg. Bone Remodeling Interaction with Magnesium Alloy Implants Studied by SEM and EDX // Materials. – 2022. – V. 15. – N. 21. – P. 7529, DOI: 10.3390/ma15217529
- Muñoz Jairo Alberto, Elizalde Sergio, Komissarov Alexander, Cabrera José María. Effect of heat treatments on the mechanical and microstructural behavior of a hypoeutectic Al alloy obtained by laser powder bed fusion // Materials Science and Engineering A. – 2022. – V. 8571. – P. 144091, DOI:10.1016/j.msea.2022.144091;
- Sheremetev Vadim, Derkach Mikhail, Churakova Anna, Komissarov Aleksander, Gunderov Dmitry, Raab Georgy, Cheverikin Vladimir, Prokoshkin Sergey, Brailovski Vladimir. Microstructure, Mechanical and Superelastic Properties of Ti-Zr-Nb Alloy for Biomedical Application Subjected to Equal Channel Angular Pressing and Annealing // Metals. – 2022. – V. 12. – N. 10. – P. 1672, DOI:10.3390/met12101672.

Основные научно-технические показатели

В научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 14

4 объекта интеллектуальной собственности:

- Патент: «Способ производства низколегированного рулонного проката с повышенной огнестойкостью»;
- Патент: «Способ производства низколегированного толстолистового проката с повышенной огнестойкостью на реверсивном стане»;
- Заявка на патент: «Магниевый сплав и способ получения заготовок для изготовления биорезорбируемых систем фиксации и остеосинтеза твердых тканей в медицине»;
- Ноу-хау «Способ получения прутков калибранных для изготовления биорезорбируемых систем фиксации, применяемых в медицине».

Награды:

- Башмакова О.Р. – призер в Студенческой номинации XII Молодежной премии в области науки и инноваций НИТУ МИСИС с проектом «3D печать магниевого сплава WE43»;
- Долгач Е.Д. – призер в турНИРе ОМК 2022, с проектом «Получение муфтовых труб из стали 13Cr на ТПА 70-270 ВМЗ»;
- Плегунова С.В. – победитель во Всероссийском инженерном конкурсе в номинации «Лучшая выпускная квалификационная работа магистра»;
- Ли А.В., Плегунова С.В. – Лауреаты конкурса «Молодые ученые Металл-ЭКСПО» НИР на тему: «Разработка биосовместимых магниевых сплавов для медицинского назначения»;
- Тен Д.В. – Лауреат конкурса «Молодые ученые Металл-ЭКСПО» НИР на тему: «разработка высокопрочной строительной стали с повышенной огнестойкостью»;
- Долгач Е.Д. – Стипендиат Премии Правительства (обучающимся по приоритетным направлениям).

Контактная информация

Комиссаров Александр Александрович, заведующий лабораторией

+7 (495) 638-45-81

komissarov@misis.ru

кабинет Б-056



НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «НЕОРГАНИЧЕСКИЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ»



Штанский
Дмитрий Владимирович,
заведующий лабораторией,
д-р физ.-мат. наук



На основании решения Ученого Совета НИТУ МИСИС №8-22 от 22 сентября 2022 года Научно-исследовательская лаборатория (НИЛ) «Неорганические наноматериалы» была переименована в Научно-исследовательский центр (НИЦ) «Неорганические наноматериалы». В состав Центра входит «Лаборатория цифрового материаловедения», созданная в рамках реализации программы «Приоритет-2030» под руководством д.ф.-м.н. П.Б. Сорокина.

ЛАБОРАТОРИЯ ЦИФРОВОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ



Сорокин Павел Борисович,
заведующий лабораторией,
д-р физ.-мат. наук



48,8 млн руб.

Общий объем финансирования
научно-исследовательских
работ в 2022 г.

Основные научные направления деятельности Центра и Лаборатории

- Синтез нано- и гетероструктур;
- Функционализация поверхности наноструктур с применением методов химической и плазмо-химической обработки;
- Разработка композиционных материалов на основе легких металлических матриц, упрочненные наноструктурами;
- Разработка гетерогенных и одноцентровых нанокатализаторов, композитов и гетероструктур для высокоеффективных фотокатализаторов и фотодетекторов;
- Разработка наноносителей антибактериальных, противогрибковых, и противоопухолевых препаратов;
- Плазменная полимеризация и получение поверхностно-модифицированных биорасториных полимеров;
- Разработка адсорбентов на основе наночастиц гексагонального нитрида бора для очистки сточных вод от лекарственных средств;
- Теоретическое моделирование наноструктур, в том числе расширение научных знаний о неуглеродных наноматериалах, преимущественно двумерных, поиск новых устойчивых наноструктур, исследование условий их стабильности, электронных и магнитных свойств, а также изучение гетероструктур на их основе.

Кадровый потенциал Центра

(17 сотрудников, 2 доктора наук, 6 кандидатов наук, 1 Ph.D, 5 аспирантов)

- И.о. директора Центра – Д.В. Штанский, д.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., 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
- Инженер научного проекта 1 категории – М.К. Кутжанов (аспирант МИСИС)
- Инженер научного проекта – К.Ю. Котякова, к.т.н., У.У. Нарзуллоев (аспирант МИСИС), Д.В. Барилюк (аспирант МИСИС), В.В. Калинина (аспирант МИСИС), А.А. Рыжова (аспирант МИСИС)
- Лаборант-исследователь – Ю.А. Макарец (магистрант iPh.D), Д.С. Калугина (магистрант iPh.D).

Кадровый потенциал Лаборатории

(13 сотрудников, 1 доктор наук, 6 кандидатов наук, 2 аспиранта)

- Заведующий лаборатории Цифрового материаловедения – П.Б. Сорокин, д.ф.-м.н.

- Старший научный сотрудник – Л.Ю. Сорокина, к.ф.-м.н.
- Научный сотрудник – С.В. Ерохин, к.ф.-м.н.
- Ведущий инженер научного проекта – А.А. Фирсов, к.ф.-м.н., А.Н. Баранов, к.х.н., Г.Н. Панин, к.ф.-м.н.

- Инженер научного проекта – К.В. Ларионов, к.ф.-м.н., Л.А. Варламова (аспирант МИСИС), Хосе Паис Переда (аспирант МИСИС)
- Лаборант-исследователь – К.Ю. Сафонов (магистрант iPh.D), В.А. Пренас (магистрант МФТИ), В.В. Светличнов (бакалавр МФТИ), М.А. Буйлова (бакалавр МФТИ).

Наиболее крупные проекты

- Международный проект РНФ Россия-Китай: «Композиты и гетероструктуры на основе BN для высокоеффективных фотокатализаторов и фотодетекторов», рук. Д.В. Штанский;
- Международный проект РФФИ 20-52-76018 ЭРА_т (Россия-Германия-Греция): «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 «Химически индуцированный фазовый переход в низкоразмерных структурах», рук. П.Б. Сорокин;
- Проект РНФ «Разработка гетерогенных nanoструктурных материалов Fe(Pt, Ag)/BN для

переработки углекислого газа», рук. А.С. Коно-пацкий;

- Проект РНФ «Комплексное исследование адсорбентов на основе наночастиц гексагонального нитрида бора для очистки сточных вод от лекарственных средств», рук. Л.Ю. Сорокина;
- Проект К7-2022-061 «Новые гетероматериалы на основе наночастиц ZnO с регулируемыми оптическими и бактерицидными свойствами», Программа стратегического академического лидерства «Приоритет-2030», рук. Д.В. Штанский;
- Проект К6-2022-041 Программа создания и развития лабораторий под руководством молодых ученых, Программа стратегического академического лидерства «Приоритет-2030», рук. П.Б. Сорокин.

Важнейшие научно-технические достижения подразделения

- Получены новые гетерогенные наноматериалы FePt/h-BN с улучшенными магнитными характеристиками и способностью очищать воду от органических загрязнителей.
- Разработаны эффективные многоразовые адсорбенты на основе наноструктурированных покрытий BN, предназначенные для очистки воды от антибиотиков.
- Получены антибактериальные Ag/h-BN и Fe/h-BN покрытия с высокой эффективностью (до 99.99%) против микробных и грибковых патогенов.
- Получены гетероструктуры на основе слоистого гексагонального нитрида бора и оксида цинка (ZnO/BN) с контролируемыми фотолюминесцентными свойствами
- Получены пористые структуры на основе полимеров курдлан-хитозан и наночастиц серебра. Показано, что материал обладает суперабсорбирующими свойствами и способен поглощать

2200 % воды по массе, переходя в гель за 9 сек. Эксперименты *in vivo* на мышах с диабетом 2 типа (B.K.S.Cg Dock7 +/+Lepr /J) показали полное заживление полнотолщинной раны 1×1 см² за 24 дня, в то время как контрольная рана без лечения увеличилась по площади на 150%.

- Разработаны антибактериальные, УФ-защитные, гидрофобные, моющиеся и термостойкие текстильные ткани с покрытием из наночастиц на основе BN.
- Методом аммонотермической дегидратации получены дефектные наночастицы BN в качестве источников одиночных фотонов.
- Получены композиционные материалы с высокой прочностью на сжатие и растяжение и одновременно улучшенной пластичностью при комнатной и повышенной температуре, что объясняется формированием гетерогенной микроструктуры, состоящей из зерен чистого алюминия, окруженных металломатричным композиционным материалом, содержащим

- мелкие металлические зерна и армирующие керамические нановключения.
- Получены композиционные материалы с бимодальным распределением упрочняющих частиц путем *in situ* реакции алюминия и аморфного Si_xO_y , обладающие высокой твердостью, прочностью и ударной износостойкостью.
- Разработаны фильтрующие самоочищающиеся материалы на основе поликапролактоновых новолокон и бактерицидных частиц ZnO для защиты органов дыхания. Материалы демонстрируют высокую стабильность, а также 100% антипатогенную активность в отношении грам-положительных и грамотрицательных бактерий и штаммов грибов. Поликапролактоновые новолокна, модифицированные медью, показали высокую противовирусную активность в отношении вируса Sars-CoV-2.
- Комбинацией методов осаждения и высоконергетического измельчения в шаровой мельнице получены нанокатализаторы $Fe/h\text{-BN}$. Взаимодействие дефектов, сформированных механической обработкой, с парами воды из окружающего воздуха приводило к образованию основных центров Льюиса, что повышало активность катализатора в реакции гидрирования CO_2 .
- Выполнено теоретическое исследование структурных, магнитных и электронных свойств новых гетероструктур на основе различных двумерных материалов и ферромагнитного полуметаллического сплава Гейслера CFGG. Расчет спин-транспортных свойств $CFGG/MoS_2/CFGG$ продемонстрировал высокие значения коэффициента магнетосопротивления порядка $10^4\text{--}10^5\%$. Полученные оценки существенно превышают аналогичные значения для туннельных магнитных гетероструктур из других теоретических и экспериментальных научных работ.
- Изучены сверхтонкие алмазные пленки с окисленной поверхностью и показано, что их стабильность и свойства зависят от прекурсоров, температуры и давления.
- Исследована структура краёв двухслойных $h\text{-BN}$. Показано, что края имеют тенденцию к соединению независимо от среза. Этот результат был получен при проведении аналогии между краем двухслойного $h\text{-BN}$ и границей раздела монослоистого $h\text{-BN}$. Информация о структуре и энергетике замкнутых краев позволила предсказать форму отверстий в $h\text{-BN}$, которая согласуется с экспериментальными данными.

Подготовка специалистов высшей квалификации

Защиты диссертаций на соискание ученых степеней кандидатов наук:

- Корте Шакти Таня «Получение композиционных материалов на основе алюминия с добавками микро- и наночастиц гексагонального нитрида бора», рук. Д.В. Штанский
- Котякова (Гудзь) К.Ю. «Разработка гибридных наноматериалов на основе гексагонального нитрида бора с высокой бактериальной и фунгицидной активностью», рук. Д.В. Штанский

- Волков И.Н. «Разработка перспективных катализаторов на основе гетерогенных наноструктур нитрида бора», рук. Д.В. Штанский

Сотрудники Центра Д.В. Барилюк и К.Ю. Котякова стали победителями конкурса на получение грантов по программе «УМНИК» Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере.

Основные публикации

- 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
- C. Zhang, K.V. Larionov, K.L. Firestein, J.F.S. Fernando, C.-E. Lewis, P.B. Sorokin, D.V. Golberg, Optomechanical Properties of $MoSe_2$ nanosheets as revealed by *in situ* transmission electron microscopy, *Nano Lett.* 22 (2022) 673-679 (IF=11.189), Q1
- X. Liu, S. Li, Z. Li, F. Cao, L. Su, D.V. Shtansky, X. Fang, Enhanced response speed in 2D perovskite oxides-based photodetectors for UV imaging through surface/interface carrier-transport modulation, *ACS Appl. Mater. Interfaces* 14, 43 (2022) 48936-48947 (IF=10.383) Q1

4. K.V. Larionov, J.J. Pais Pereda, S. Li, S. Sakai, P.B. Sorokin Half-metallic Heusler alloy/MoS₂ based magnetic tunnel junction ACS Appl. Mater. Interfaces 14 (2022) 55167–55173 (IF=10.383), Q1
5. S.V. Erohin, V.D. Churkin, N.G. Vnukov, M.A. Visotin, E.A. Kovaleva, V.V. Zhukov, 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 189 (2022) 37–45 (IF=9.594), Q1
6. L. Yan, X. Yang, Y. Zhao, Y. Wu, R.M. Moutloali, B.B. Mamba, P. Sorokin, L. Shao. Bio-inspired mineral-hydrogel hybrid coating on hydrophobic PVDF membrane boosting oil/water emulsion separation, Separation and Purification Technology 285 (2022) 120383 (IF=8.42), Q1
7. A.I. Khabibrakhmanov, P.B. Sorokin Electronic properties of graphene oxide: nanoroads towards the novel applications Nanoscale 14 (2022) 4131–4144 (IF=8.307), Q1
8. S. Erohin, P. Sorokin Edges in bilayered h-BN. Insights into atomic structure Nanoscale 14 (2022) 14155–14160 (IF=8.307), Q1
9. F. Cao, L. Su, T. Yan, Z. Li, D.V. Shtansky, X. Fang Pine-branch-like SnO₂/ZnO heterostructure with suppressed dark current and enhanced on/off ratio for visible-blind UV imaging, Advanced Electronic Materials (2022) 2101373 (IF=7.633) Q1
10. K.Y. Gudz, A.T. Matveev, E.S. Permyakova, A.V. Bondarev, P.V. Slukin, S.G. Ignatov, D.V. Shtansky, Nanostructured hexagonal BN coating-supported silver and iron oxide nanoparticles and related bactericidal and fungicidal activities, Applied Surface Science 603 (2022) 154418 (IF=7.392) Q1

Основные научно-технические показатели

Опубликовано 39 научных статей в рецензируемых научных журналах, из них 34 статьи в журналах 1 квартриля. Зарегистрировано 4 «ноу-хай».

Контактная информация

Штанский Дмитрий Владимирович
+7 (499) 236-66-29
shtansky@shs.misis.ru

Сорокин Павел Борисович
pbsorokin@missis.ru
+7(495)638-44-47; +7(495)955-00-29; +7(495)955-00-30
Б-022, Б-028, Б-408, Б-410



НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ



**Ховайло Владимир
Васильевич, заместитель
директора по научной работе,
д-р физ.-мат. наук**

В 2022 г. научно-образовательному центру энергоэффективности исполнилось 10 лет. За это время Центр существенно расширил номенклатуру экспериментального оборудования, усилил кадровый потенциал и значительно повысил уровень фундаментальных и прикладных исследований. В частности, наряду с имеющимся оборудованием в 2022 году в Центр были поставлены и введены в эксплуатацию установка для получения жидкого азота и криогенная мельница; в 2023 г. в Центр будет поставлена высокотехнологическая установка дуговой и индукционной плавки образцов для исследований и разработок как фундаментальной, так и практической направленности. Высокий уровень научных исследований подтверждается регулярными публикациями в ведущих научных журналах с импакт-фактором свыше 10, а также участием сотрудников Центра в конференциях и симпозиумах с пленарными и приглашенными докладами. Разработанные сотрудниками Центра образовательные курсы («Магнитные свойства функциональных материалов», «Сверхбыстрая спиновая динамика», «Наноструктурные термоэлектрики») позволяют студентам

получить не только базовые знания и практические навыки, но и ознакомиться о современном состоянии исследований в области материаловедения функциональных материалов. Экспериментальная инфра-

структура Центра активно задействована не только в фундаментальных исследованиях, но и для выполнения выпускных квалификационных работ бакалавров, магистров и аспирантов.

Основные научные направления деятельности центра

Основными направлениями научных исследований, проводимых сотрудниками Центра, являются

- разработка наноструктурных термоэлектрических материалов с наполнителями из магнитоактивных сплавов и соединений;
- разработка прототипа термоэлектрического генератора на основе скеллерудитных соединений и сплавов Гейслера;

- синтез и исследование структурных, магнитных, транспортных и термоэлектрических свойств сплавов Гейслера;
- разработка постоянных магнитов нового поколения на основе интерметаллических сплавов и соединений 3d- и 4d-переходных химических элементов;
- синтез и исследование магнитных материалов с полностью скомпенсированными магнитными подсистемами и топологически нетривиальными спиновыми структурами.

Кадровый потенциал подразделения

В подготовке высококвалифицированных специалистов и в организации научно-исследовательской работы в Центре задействованы 5 докторов наук (д.ф.-м.н. Иванов О.Н., д.т.н. Конюхов Ю.В., д.ф.-м.н. Соколовский В.В., д.ф.-м.н. Таскаев С.В., д.ф.-м.н. Ховайло В.В.) и 11 кандидатов наук (к.ф.-м.н. Богач А.В., к.ф.-м.н. Гамзатов А.Г., к.ф.-м.н. Воронин А.И., к.ф.-м.н. Инербаев Т.М., к.ф.-м.н. Карпенков Д.Ю., к.ф.-м.н. Митюк В.И., 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. Япринцев М.В.). Кадровая политика Центра нацелена на привлечение талантливых молодых исследователей – инженеров, аспирантов и студентов. В настоящее время в Центре работает 5 инженеров, 6 аспирантов и 5 студентов, которые принимают активное участие в научно-исследовательской работе под руководством ведущих научных сотрудников Центра.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ, проводимых под руководством сотрудников Центра в 2022 г. превысил 20 млн. рублей. Работы проводились в рамках Российского

научного фонда (3 проекта), программы «Приоритет-2030» НИТУ МИСИС, а также хоздоговоров и подрядов с коммерческими структурами.

Важнейшие научно-технические достижения

- Закончены исследования метеоритной пыли, собранной сразу после падения Челябинского метеорита. При ее изучении были обнаружены два новых типа материалов: нитевидные структуры, ранее не связываемые с метеоритами и уникальные углеродные кристаллы микрометрового размера, не наблюдавшиеся ранее. Природа образования нитевидных структур во время аблации вещества с поверхности метеороида полностью аналогична природе образования «волос Пеле» при извержениях земных вулканов. Возможный механизм образования углеродных кристаллов исследован на основе DFT расчетов и связан с кристаллизацией на основе углеродных наноструктур: фуллеренов/нанотрубок во время прохождения болида в плотных слоях атмосферы.
- Продемонстрировано, что введение редкоземельных элементов R = La или Pr в проводящий

слой Bi-O окиселенидов BiCuSeO приводит к росту как концентрации носителей заряда, так и их эффективной массы. Несмотря на незначительное снижение подвижности носителей заряда при замене Bi³⁺ на R³⁺, электронно-транспортные свойства значительно улучшаются в широком диапазоне температур от 100 до 800 К. В частности, удельное электрическое сопротивление уменьшается в 2 раза, в то время как коэффициент Зеебека понижается меньше, чем в 1.5 раз. Для легированных образцов наблюдается заметное уменьшение теплопроводности решетки, что может быть связано с усилением рассеяния на точечных дефектах. Вышеуказанные тенденции позволили достичь в образце Bi_{0.92}La_{0.08}CuSeO максимального значения термоэлектрической добротности ZT ~ 0.34 при 800 К, что примерно на 30% выше, чем у исходного BiCuSeO.

Основные публикации

1. S. Taskaev, K. Skokov, V. Khovaylo, W. Donner, T. Faske, A. Dudorov, N. Gorkavyi, D.S. Muratov, G. Savosteenko, A. Dyakonov, W. Baek, A. Kuklin, P. Avramov and O. Gutfleisch "Exotic carbon microcrystals in meteoritic dust of the Chelyabinsk superbolide: experimental investigations and theoretical scenarios of their formation" The European Physical Journal Plus 137, 562 (2022); DOI: 10.1140/epjp/s13360-022-02768-7.
2. A. Ivanova, A. Novitskii, I. Serhiienko, G. Guélou, T. Sviridova, S. Novikov, M. Gorshenkov, A. Bogach, A. Korotitskiy, A. Voronin, A. Burkov, T. Mori, V. Khovaylo "Thermoelectric properties of In₁Co₄Sb_{12+δ}: role of *in situ* formed InSb precipitates, Sb overstoichiometry, and processing conditions" Journal of Materials Chemistry A 11 (2023); DOI: 10.1039/d2ta07625j.
3. Jamal-Deen Musah, Liu Linlin, Chen Guo, Andrei Novitskii, AbdulMojeed O. Ilyas, Illia Serhiienko, Vladimir Khovaylo, Vellaisamy A. L. Roy, and Chi-Man Lawrence Wu "Enhanced thermoelectric performance of bulk Bismuth Selenide: Synergistic effect of Indium and Antimony Co-doping" ACS Sustainable Chemistry & Engineering 10, 3862 (2022); DOI: 10.1021/acssuschemeng.1c07256.
4. A. Novitskii, I. Serhiienko, S. Novikov, Y. Ashim, M. Zheleznyi, K. Kuskov, D. Pankratova, P. Konstantinov, A. Voronin, O.A. Tretiakov, T. Inerbaev, A. Burkov, V. Khovaylo "Influence of Bi substitution with rare-earth elements on the transport properties of BiCuSeO oxyselenides" ACS Applied Energy Materials 5, 7830 (2022); DOI: 10.1021/acsaelm.2c01375.
5. W. Liu, E. Bykov, S. Taskaev, M. Bogush, V. Khovaylo, N. Fortunato, A. Aubert, H. Zhang, T. Gottschall, J. Wosnitza, F. Scheibel, K. Skokov, O. Gutfleisch "A study on rare-earth Laves phases for magnetocaloric liquefaction of hydrogen" Applied Materials Today 29, 101624 (2022); DOI: 10.1016/j.apmt.2022.101624.
6. Chunyue Dou, Xiaoguang Xu, Ke Yang, Cheixin Li, Tanzhao Zhang, Zhiqiang Zhu, Xiaoyi Zhao, Kangkang Meng, Yong Wu, Jikun Chen, Ming Yang, V.V. Khovaylo, and Yong Jiang "Unconventional magnetoresistive behavior near magnetic compensation temperature in ferrimagnetic Mn_{2.21}Ru_{0.86}Ga films" Applied Physics Letters 121, 182403 (2022); DOI: 10.1063/5.0123392.
7. A. Novitskii, I. Serhiienko, S. Novikov, K. Kuskov, D. Pankratova, T. Sviridova, A. Voronin, A. Bogach, E. Skryleva, Y. Parkhomenko, A. Burkov, T. Mori, V. Khovaylo "Thermoelectric properties of Sm-doped BiCuSeO oxyselenides fabricated by two-step reactive sintering" Journal of Alloys and Compounds 912, 165208 (2022); DOI: 10.1016/j.jallcom.2022.165208.
8. Yu.S. Koshkid'ko, E.T. Dilmieva, A.P. Kamantsev, J. Cwik, K. Rogacki, A.V. Mashirov, V.V. Khovaylo, C. Salazar Mejia, M.A. Zagrebin, V.V. Sokolovskiy, V.D. Buchelnikov, P. Ari-Gur, P. Bhale, V.G. Shavrov, V.V. Koledov "Magnetocaloric effect and magnetic phase diagram of Ni-Mn-Ga Heusler alloy in steady and pulsed magnetic fields" Journal of Alloys and Compounds 904, 164051 (2022); DOI: 10.1016/j.jallcom.2022.164051.

9. A. El-Khoudy, A.M. Adam, Y. Altowairqi, I. Serhiienko, 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

$FeV_{0.64}Hf_{0.16}Ti_{0.2}Sb$ half-Heusler alloys synthesized by two ball milling regimes" Journal of Alloys and Compounds 890, 161838 (2022); DOI: 10.1016/j.jallcom.2021.161838.

Основные научно-технические показатели

Количество статей в Web of Science и Scopus с исключением дублирования: 29

В том числе в журналах из первого квартиля по направлению: 9.

Подготовка специалистов высшей квалификации: 3 (Элхули А.И.М., Куриченко В.Л., Середина М.А.: защита диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук).

Контактная информация

Кузнецов Денис Валерьевич, директор центра

+7(499)237-22-26

dk@misis.ru

Ховайло Владимир Васильевич, научный руководитель центра
khovaylo@misis.ru

119049, Москва, Ленинский проспект, дом 4, ауд. Б-307



НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КОНСТРУКЦИОННЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ»



Московских Дмитрий
Олегович, директор центра,
канд. техн. наук

Центр имеет компетенции в области современных методов синтеза и исследования неорганических материалов для различных конструкционных и функциональных материалов. Особое внимание в последние годы было уделено разработке новых подходов к применению и расширению возможностей методов горения, как в порошковых средах, так и в растворах для созданияnanoструктур с заданными эксплуатационными характеристиками. Научная деятельность направлена на выработку фундаментальных подходов и обобщенных критериев для управляемого синтеза, умной инженерии материалов различных классов с возможностью регулирования фазового состава и структуры для получения целевых свойств.

Основные научные направления деятельности

- Сверхвысокотемпературная керамика (карбиды, бориды, нитриды, карбонитриды) для теплозащиты узлов космических аппаратов в экстремальных условиях;
- Высокоэнтропийная бескислородная керамика (HfTaTiNbZr)C;
- Высокоэнтропийные сплавы (CoCuFeNi, HfTaTiNbZr и тд.);
- Нанокомпозитные алюминиевые, интерметалличные и низкомодульные титановые сплавы для применения в 3D печати (SLM);
- Наноструктурированные катализаторы гидрирования CO₂ окисления CO;
- MAX-фазы;
- Нанокомпозиты и двумерные материалы (карбидные и карбо-нитридные максены (MXenes), включая высокоэнтропийные соединения) для конструкционных и функциональных применений.

Кадровый потенциал подразделения

Докторов наук – 2

Инженерно-технических работников – 4

Кандидатов наук – 13

Магистрантов, задействованных в НИР – 3

Аспирантов – 2

Важнейшие научно-технические достижения подразделения

- 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 композит более привлекательным для высокотемпературных применений.
- Исследована стойкость композита Hf(C,N)-MoSi₂ к окислению на воздухе при температуре до 1000 °C в неизотермических и изотермических условиях. Были получены композиты с 1, 5, 10 и 20 об.%. Было обнаружено, что образцы, содержащие 1 и 5 об.% MoSi₂, имели наименьший прирост массы и наилучшие характеристики окисления. Результаты этого исследования были подтверждены микроструктурным и фазовым анализами образцов после изотермиче-

- ской обработки в печи. Образцы с наименьшим содержанием дисилицида молибдена имели на поверхности плотную и тонкую защитную оксидную пленку, состоящую из ортосиликата гафния и моноклинного HfO_2 . Увеличение количества MoSi_2 способствовало образованию рыхлого и пористого оксидного слоя из-за увеличения концентрации летучего MoO_3 . Однако все образцы демонстрировали более высокую стойкость к окислению по сравнению с чистым $\text{Hf}(\text{C}, \text{N})$.
- Проведено исследование физических свойств карбида тантала при температурах от 2000 до 5500 К при сверхбыстром импульсном нагреве электрическим током. Проведенные эксперименты показали, что TaC плавится в узком диапазоне температур 4100 - 4300 К. Впервые были измерены энталпии в начале и в конце плавления, удельная теплоемкость и электрическое сопротивление в зависимости от температуры.
 - Разработан компактный высокоэнтропийный интерметаллид $\text{CoNi}_{0,3}\text{Fe}_{0,3}\text{Cr}_{0,15}\text{Al}$. Материал состоит основной фазы B_2 наряду с некоторым количеством вторичных фаз BCC и FCC , а также интерметаллида L_{12} и BCC на основе хрома. Изучено взаимодействие между компонентами при нагревании до 1600 °C. Было показано, что образование фазы $\text{CoNi}_{0,3}\text{Fe}_{0,3}\text{Cr}_{0,15}\text{Al}$ происходит при 1370 °C за счет образования промежуточных интерметаллических фаз $(\text{Al}_9\text{Me}_2, \text{AlCo}, \text{AlNi}_3)$ и их твердых растворов, что хорошо согласуется с термодинамическими расчетами и диаграммами растворимости. Испытания на сжатие при комнатной и повышенной температурах показали, что данный сплав, обладает улучшенными механическими свойствами ($\sigma_{\text{р}} = 2,79 \text{ ГПа}$, $\sigma_{0,2} = 1,82 \text{ ГПа}$, $\varepsilon = 11,5\%$ при 400 °C), которые превосходят многие известные сплавы в этой
 - системе. Высокие механические свойства при повышенных температурах обеспечиваются упорядоченной фазой $\text{B}2$ благодаря наличию примесных атомов и дефектов в решетке.
 - Получены наночастицы (до 25 нм) высокоэнтропийного сплава CoCuFeNi , способных образовывать стабильную суспензию с концентрацией 0,3 г/л. Данные суспензии были протестированы на прорастание семян и рост растений. Использование суспензии CoCuFeNi для полива растений вместе с водой показало положительные результаты в биостимуляции растений, что привело к увеличению высоты растений до 12 % у крестоцветных и до 50 % у масличной редьки. CoCuFeNi показали хорошую активность по инактивации синегнойной палочки, которая была сопоставима при применении тетрациклина. Такие металлические наночастицы представляют интерес прежде всего для улучшения роста и продуктивности сельскохозяйственных культур, а также для сведения к минимуму использования традиционных дорогостоящих химических удобрений.
 - Методом горения реакционноспособных золь-гелей получены катализаторы металлов Co и Ni , а также сплава CoNi . Все катализаторы обладали высокопористой губкообразной микроструктурой. Внешние поверхности сплавов CoNi были более насыщены Co , в то время как в объеме частиц наблюдалось стехиометрическое соотношение Co/Ni . Каталитические свойства синтезированных порошков были изучены в реакции гидрирования CO_2 при 300 °C в течение более 80 часов. Полученная комбинация Co и Ni в одной фазе привела к синергетическому эффекту в катализаторах с активностью в 2-3 раза большей, чем у катализаторов из одного металла.

Основные публикации

1. Suvorova (Buinevich), V.S., Nepapushev, A.A., Moskovskikh, D.O., Trusov, G.V., Kuskov, K.V., Kolesnikov, E.A.; Fabrication and oxidation resistance of the hafnium carbonitride – Silicon carbide composites (2022) Ceramics International, 48 (16), pp. 23870-23877. Q1
2. Evdokimenko, N., Yermekova, Z., Roslyakov, S., Tkachenko, O., Kapustin, G., Bindig, D., Kustov, A., Mukasyan, A.S.; Sponge-like CoNi Catalysts Synthesized by Combustion of Reactive Solutions: Stability and Performance for CO_2 Hydrogenation (2022) Materials, 15 (15)
3. Suvorova, V., Nepapushev, A., Suvorov, D., Kuskov, K., Loginov, P., Moskovskikh, D.; Investigation of the Effect of Molybdenum Silicide Addition on the Oxidation Behavior of Hafnium Carbonitride (2023) Journal of Composites Science, 7 (1)
4. Abedi, M., Asadi, A., Sovizi, S., Moskovskikh, D., Ostrikov, K., Mukasyan, A.; Electrical and Heat Distributions and Their Influence on the Mass Transfer during the Flash Spark Plasma Sintering of a Cu/Cr Nanocomposite: Experiments and Numerical Simulation (2022) Materials, 15 (20), статья № 7366. Q1
5. Romanovski, V., Roslyakov, S., Trusov, G., Periakaruppan, R., Romanovskaia, E., Chan, H.L., Moskovskikh, D.; Synthesis and effect of CoCuFeNi high entropy alloy nanoparticles on seed

- germination, plant growth, and microorganisms inactivation activity (2023) Environmental Science and Pollution Research, 30 (9), pp. 23363-23371
6. Pobolotov, K., Moskovskikh, D., Abedi, M., Suvorova, V., Nepapushev, A., Ostrikov, K.K., Khort, A.; Low-temperature reactive spark plasma sintering of dense SiC-Ti3SiC2 ceramics (2023) Journal of the European Ceramic Society, 43 (4), pp. 1343-1351
 7. Abedi, M., Asadi, A., Sovizi, S., Moskovskikh, D., Vorotilo, S., Mukasyan, A.; Influence of pulsed direct current on the growth rate of intermetallic phases in the Ni-Al system during reactive spark plasma sintering (2022) Scripta Materialia, 216, статья № 114759. Q1
 8. Kuskov, K.V., Nepapushev, A.A., Aydinyan, S., Shaysultanov, D.G., Stepanov, N.D., Nazaretyan, K., Kharatyan, S., Zakharova, E.V., Belov, D.S., Moskovskikh, D.O.; Combustion Synthesis and Reactive Spark Plasma Sintering of Non-Equiatomic CoAl-Based High Entropy Intermetallics (2023) Materials, 16 (4)
 9. Rogachev, A., Kovalev, D., Fourmont, A., Vadchenko, S., Kochetov, N., Shkodich, N., Baras, F., Politano, O., Moskovskikh, D.; Structural Transformations in Medium- and High-Entropy Alloy Systems in Course of High-Energy Ball Milling (2022) International Journal of Self-Propagating High-Temperature Synthesis, 31 (2), pp. 62-68. Q3
 10. Grigoryev, E., Abedi, M., Goltsev, V., Osintsev, A., Plotnikov, A., Moskovskikh, D.; Specific Features of High-Voltage Consolidation of Powders: Theoretical and Experimental Study (2022) Metallurgical and Materials Transactions B: Process Metallurgy and Materials Processing Science, 53 (3), pp. 1552-1563. Q1

Основные научно-технические показатели

- в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus – 78;
- объектов интеллектуальной собственности, аттестованных методик – 2;
- конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения – 5.

Контактная информация

Московских Дмитрий Олегович, директор центра

+7(915)253-10-00

mos@misis.ru



ЦЕНТР ИНФРАСТРУКТУРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И ПАРТНЕРСТВА MEGASCIENCE



Дубинин Михаил Николаевич,
директор центра, д-р
физ.-мат. наук, профессор
(профессор МГУ
им. М.В. Ломоносова)



Голутвин Андрей Игоревич, научный руководитель центра,
д-р физ.-мат. наук, профессор (профессор ЦЕРН, Женева
и Imperial College, London)

- Silicon sensors to trace charged particles in VErtex LOcator (VELO)
- Electromagnetic Calorim will use W-based alloys very RH scintillators and light guides

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 с и б.

Основные научные направления деятельности центра

Центр занимается исследованиями по пяти основным направлениям

- 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 полулептонных распадов D и B-мезонов в детекторе LHCb
- разработка магнитного модуля для мюонной защиты детектора SHiP ЦЕРН
- детектирование нейтрино при помощи ядерных эмульсий, участие в проведении эксперимента SND @ LHC ЦЕРН

Кадровый потенциал подразделения

Среди 25 сотрудников подразделения 10 аспирантов и 13 исследователей в возрасте до 39 лет. В

подразделении 10 сотрудников с индексом Хирша более двадцати.

Наиболее крупные проекты

В 2022 г. реализовывались четыре наиболее крупных проекта

- разработка технологий и сплавов для калориметров в составе детекторов элементарных частиц;
- создание радиационно-стойких активных элементов для калориметров;

- разработка специализированных магнитов для мюонной защиты детекторов частиц;
- регистрация частиц при помощи эмульсионно-трековых детекторов в эксперименте ЦЕРН и в целях мюонографического исследования зданий.

Важнейшие научно-технические достижения подразделения

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 основной системы установки SND@LHC (ЦЕРН), эмульсионного вершинного детектора, в котором применяется технология Emulsion Cloud Chamber (ЕСС). Эмульсионная мишень выполнена из пяти «стен» с чувствительным поперечным размером 384×384 мм² и весом 830 кг. Стена состоит из четырех ячеек (кирпичей), каждая из которых состоит из 60 эмульсий, перемежающихся 59 вольфрамовыми пластинами толщиной 1 мм. Вся мишень содержит 1200 эмульсионных пленок общей площадью около 44 м². За каждой из пяти стен ЕСС следует плоскость сцинтиляционного волокна (SciFi). Детектор SciFi предсказывает место взаимодействия нейтрино в эмульсионном блоке и дополняет эмульсию для калориметрического измерения электромагнитных ливней. В детекторе SND@LHC также действует электромагнитный калориметр. В частности, для идентификации мюонных нейтрино трек в ядерной эмульсии связывается с треком – кандидатом мюона, идентифицированным мюонным детектором. Детектор применяется для изучения всех трех ароматов нейтрино и поиска слабо взаимодействующих частиц (возможных кандидатов на роль частиц «темной материи») на LHC в диапазоне псевдодыбыстрот $7,2 < \eta < 8,6$. Итог работы в 2022 г.: интегрированная светимость 41,1 fb⁻¹; количество облученных слоев эмульсий – 3522; ожидаемое количество взаимодействий нейтрино в детекторе – 217 (Charge Current) и 68 (Neutral Current).
- разработку методов расчета для систем мюонной защиты детекторов элементарных частиц. Методы реализованы для прототипа детектора SHiP (ЦЕРН) в двух вариантах, «теплого» и сверхпроводящего магнитов. Детально рассчитаны возможности применения сверхпроводящего магнита CCT с наклонным косинусом тета.

Показано, что базовый вариант мюонной защиты детектора может быть значительно улучшен за счет использования магнита CCT длиной 12 м и диаметром 1,5 м с дипольным и соленоидным полями и с дополнительным соленоидом диаметром 3 м. Детально рассчитана также конструкция с одиночным магнитом размером 12 м × 2 м, которая может успешно применяться.

Центром MegaScience разработан и применен в России эффективный метод мюонографии на основе использования эмульсионных детекторов – метод, который основан на регистрации изменений потоков атмосферных мюонов, проходящих через исследуемый объект. Совместно с НИЯУ МИФИ и ФИАН выполнены первые в России эксперименты с целью исследования христианских древностей на основе инновационной технологии, обеспечивающей высокое качество сохранения наследия. Работа по мюонографическому исследованию здания в крепости Нарын-Кала (Дербент) и объектов Свято-Троицкого монастыря (в Переславле-Залесском) в 2022 году отмечена престижной естественно-научной премией Макарievского фонда.

Таким образом, создана работающая и финансово доступная технология, которая позволяет обнаруживать внутренние структурные особенности крупных объектов без их разрушения, что имеет огромное значение для инновационного исследования многих промышленных объектов, христианских древностей и культурного наследия России. Авторские мюонографические методические подходы и технические решения с использованием эмульсионных трековых детекторов, результаты исследований имеют огромное значение с точки зрения дальнейших внедренческих перспектив (в области археологии, геологии, ядерной энергетики, вулканологии, дефектоскопии и других областях) эффективного, экономичного и экологически безопасного метода мюонографии с целью создания систем мониторинга проблемных объектов для минимизации последствий возможных природных и техногенных катастроф для населения, инфраструктуры и окружающей среды и сохранения объектов культурного наследия.

Подготовка специалистов высшей квалификации

Готовятся к защите диссертаций 2 аспиранта, закончивших аспирантуру в 2022 г.

Основные публикации

1. Deep Learning for direct Dark Matter search with nuclear emulsions // Computer Physics Communications, 275 (2022) 108312, DOI: 10.1016/j.cpc.2022.108312
2. Directional Dark Matter Search with NEWSdm // Moscow University Physics Bulletin, 77 (2022) 284–287, DOI: 10.3103/S0027134922020072

3. Track reconstruction and matching between emulsion and silicon pixel detectors for the SHiP-charm experiment // Journal of Instrumentation, 17 (2022) P03013, DOI: 10.1088/1748-0221/17/03/P03013
4. High resolution tracking in a hybrid SciFi-emulsion detector // Journal of Instrumentation, 17 (2022) P02002, DOI: 10.1088/1748-0221/17/02/P02002
5. The SHiP experiment at the proposed CERN SPS Beam Dump Facility // European Physics Journal C 82(5) (2022) 486, DOI: 10.1140/epjc/s10052-022-10346-5
6. Radiation effect on the polymer-based capacitive relative humidity sensors, Nuclear Engineering and Technology, 54 (2022) 2871-2876, DOI: 10.1016/j.net.2022.02.027
7. Мюонная радиография крупных природных и промышленных объектов – новый этап в мето-дике ядерных фотоэмульсий // ЖЭТФ 161 (2022) 590–595, DOI: [10.31857/S0044451022040137](https://doi.org/10.31857/S0044451022040137)
8. Неинвазивный метод исследования объектов культурного наследия на основе мюонографии, Физика элементарных частиц и атомного ядра // 53 (2022) 1423–1464, DOI: 10.1134/S1063779622060028
9. Compensated ferrimagnetism and compensation temperatures in $Mn_{2-2x}Co_{0.5+x}V_{0.5+x}Ga$ Heusler alloys // Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 562 (2022) 169808, <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2022.169808>
10. Influence of annealing on the microstructure and magnetic properties of the τ -MnAl alloy deformed by high pressure torsion // Journal of Alloys and Compounds 901 (2022) 163424, <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.163424>

Основные научно-технические показатели

- Количество высокоцитируемых публикаций типов article и review, индексируемых в базе данных Web of Science Core Collection всего 5.
- Количество публикаций Центра в научных изданиях категории Q1 и Q2 в 2022 г. составляет всего 30, из них 26 категории Q1.
- Количество научных совещаний и семинаров с числом участников более 30 чел. на площадке НИТУ МИСИС всего 74.
- Работа по монографическому исследованию крепости Нарын-Кала (г. Дербент) и объектов Свято-Троицкого монастыря (г. Переславль-Залесский) удостоена естественно-научной премии Макарievского фонда.

Контактная информация

Красильникова Юлия Олеговна, заместитель директора центра

+7(495)638-46-52

Yulia@misis.ru

119049, Москва, Ленинский просп. д.4, стр.1, Б-707



ЦЕНТР КВАНТОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ НТИ

Центр квантовых коммуникаций Национальной технологической инициативы – уникальная научно-образо-



вательная организация России, созданная на базе Университета МИ-СИС, Российского квантового центра, а также ряда образовательных, научных, инновационных и промышленных предприятий, входящих в Консорциум.

Стратегическая цель – создание долгосрочной структуры, обеспечивающей конвертацию фундаментальных исследований в прикладные, коммерческие продукты квантовых коммуникаций.

Подразделения Центра НТИ

**Павлов Игорь Денисович,
заместитель директора
центра**

- Лаборатория анализа практических уязвимостей систем квантовой криптографии и разработка методов ее сертификации;
- Лаборатория элементной базы квантовых коммуникаций;

- Лаборатория распределенных квантовых систем;
- Лаборатория теории квантовых коммуникаций;
- Лаборатория квантовых коммуникаций;
- Центр коллективного пользования НТИ;
- Проектный офис.

Кадровый потенциал подразделения

Центра НТИ по состоянию на конец 2022 г. составляет более 200 человек (из них научно-технический персонал – более 90 %).

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ

- 200 млн. руб. в год – госбюджет
- 200 млн. руб. в год – софинансирование из внебюджетных источников.

Наиболее крупные проекты

- «Система квантовой выработки ключа со скоростью более 1 Мбит/с для сетей связи высокой емкости» по заказу ОАО «РЖД»;
- «Разработка технологии создания охлаждающей однофотонной видеокамеры видимого, телекоммуникационного и инфракрасного ди-
- апазона длин волн» (Шифр «Камера») по заказу Министерства промышленности и торговли Российской Федерации;
- «Разработка устройства квантового распределения ключей с использованием недоверенного центрального узла» по заказу ОАО «РЖД».

Важнейшие научно-технические достижения подразделения

1. Создан опытный образец системы квантового распределения ключей (КРК) с частотой приготовления квантовых состояний 1,25 ГГц. Скорость генерации квантовых ключей превышает 100 кбит/с при 6 дБ затухания в квантовом канале. Значимость разработанного устройства КРК заключается в высокой скорости выработки квантовых ключей сравнению с существующи-

ми аналогами, обеспечивающими выработку со скоростями порядка 10 кбит/с. Данное конкурентное преимущество позволит осуществлять увеличение объема защищаемых данных и обеспечит возможность подключения большего числа абонентов. Разработанное решение уже имеет применение в договорах НИОКР на коммерческой основе с ОАО «РЖД».

2. Успешно протестировано программное обеспечение «Квантово-защищенное хранение данных» на созданной межвузовской квантовой сети МИСИС-МТУСИ, которое может применяться для обеспечения защиты подлинности, целостности и конфиденциальности на протяжении всего срока службы электронных данных. Доработано сетевое взаимодействие узлов.
3. Создан и успешно испытан опытный образец приемного модуля системы КРК в открытом пространстве и по каналам «Спутник-Земля». Разработано и отлажено специализированное программное обеспечение для управления опорно-поворотным устройством. В программном обеспечении реализованы алгоритмы, которые обеспечивают управление приводами монтировки с требуемой точностью для эффективного автоматического наведения и удержания спутника. Разработано и отлажено программное обеспечение для управления работой таймтаггера блока приема для корректного формирования последовательности ключа. Разработаны, изготовлены и испытаны оптическая труба и опорно-поворотное устройство, которые являются основными элементами телескопической системы.
4. Изготовлен опытный образец устройства квантового распределения ключа (УКРК) в составе 4-х миниатюрных передатчиков и 2-х блоков приёма. Проведены приёмочные испытания опытного образца УКРК. По результатам приёмочных испытаний, рабочей конструкторской и программной документации УКРК присвоена литера «О1». В ходе испытаний получены положительные результаты практической реализации квантово-защищённых сетей передачи данных на основе разработанного УКРК. Размер полученного миниатюрного устройства совпадает с размером «игровой» видеокарты и может быть расположен внутри системного блока персонального компьютера. Данный проект в ближайшем будущем позволит расширить область применения систем КРК на персональные компьютеры конечных пользователей.

Подготовка специалистов высшей квалификации

Образовательные программы Центра НТИ реализуются на двух уровнях профессионального образования (высшее – магистратура и подготовка кадров высшей квалификации), а также в виде программ повышения квалификации (ДПО).

В 2022 году Центром НТИ обеспечена подготовка более 500 специалистов в области квантовых коммуникаций, реализованы 2 новые программы ДПО («Квантовые технологии для защиты информации»

и «Квантовая оптика и коммуникации»), проведена II Зимняя школа по квантовым технологиям центра НТИ Университета МИСИС при поддержке «Точка кипения - Коммуна». Программа школы включала научно-популярные лекции от ведущих специалистов в области квантовых технологий, демонстрацию сервисов облачных квантовых вычислений, практические занятия на лабораторном оборудовании ООО «КуРЭйт», мастер-классы и экскурсии по лабораториям Центра НТИ.

Основные публикации

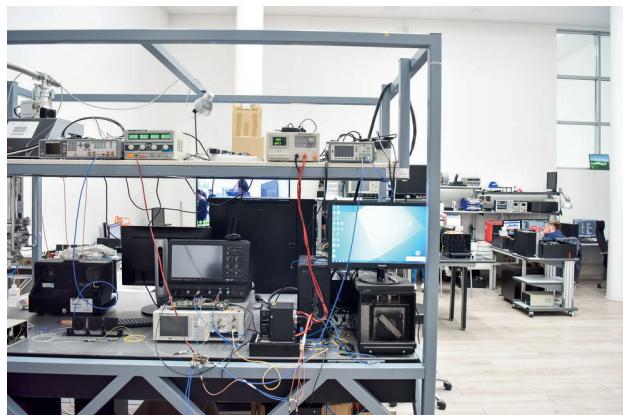
1. Zhang, W., Chen, Z., Belotelov, V.I., Song, Y., Longitudinal Magneto-Optical Kerr Effect of Nanoporous CoFeB and W/CoFeB/W Thin Films // Coatings, 12, 2 (2022) 115, doi 10.3390/coatings12020115
2. Simakov, I.A., Besedin, I.S., Ustinov, A.V., Simulation of the five-qubit quantum error correction code on superconducting qubits // Physical Review A, A 105 (2022) 032409, doi 10.1103/PhysRevA.105.032409
3. Golovchanskiy, I.A., Stolyarov, V.S., Magnetization and spin resonances in helical spin systems // Journal of Applied Physics, 131, 5 (2022) 053901, doi 10.1063/5.0075977
4. Kuzin, A., Chernyshev, V., Kovalyuk, V., An, P., Golikov, A., Ozhegov, R., Gorin, D., Gippius, N., Goltsman, G., Hybrid nanophotonic-microfluidic sensor for highly sensitive liquid and gas analyses // Optics Letters, 47, 9 (2022) 2358-2361, doi 10.1364/OL.457309
5. Borovkova, O.V., Lutsenko, S.V., Kozhaev, M.A., Kalish, A.N., Belotelov, V.I., Spectrally Selective Detection of Short Spin Waves in Magnetoplasmonic Nanostructures via the Magneto-Optical Intensity Effect // Nanomaterials, 12, 3 (2022) 405, doi 10.3390/nano12030405
6. Petrov, M., Radchenko, I., Steiger, D., Renner, R., Troyer, M., Makarov, V., Independent quality assessment of a commercial quantum random number generator // EPJ Quantum Technology, 9 (2022) 17, doi 10.1140/epjqt/s40507-022-00136-z
7. Bukharin, M.M., Pecherkin, V.Y., Ospanova, A.K., Il'lin, V.B., Vasilyak, L.M., Basharin, A.A., Luk'yanchuk, B., Transverse Kerker effect in all-dielectric spheroidal

- particles // *Scientific Reports*, 12 (2022) 7997, doi 10.1038/s41598-022-11733-4
8. Shapiro, D.S., Remizov, S.V., Lebedev, A.V., Babukhin, D.V., Akzyanov, R.S., Zhukov, A.A., Bork, L.V. Critical phase boundary and finite-size fluctuations in the Su-Schrieffer-Heeger model with random intercell couplings // *Physical Review A*, A105 (2022) 023321, doi 10.1103/PhysRevA.105.023321
9. Kozyrev, S.V., Pechen, A.N., Quantum feedback control in quantum photosynthesis // *Physical Review A*, A106 (2022) 032218, doi 10.1103/PhysRevA.106.032218
10. Nikolaev, V.A., Safonicheva, O.G., Nikolaev, A.A., Telerehabilitation of Post-Stroke Patients with Motor Function Disorders: A Review // *Advances in Gerontology*, 12 (2022) 339-346, doi 10.1134/S2079057022030109

Основные научно-технические показатели

- 527 подготовленных специалистов, включая сотрудников образовательных, научных и коммерческих организаций;
- доход в размере более 376 млн. руб., в том числе от управления правами на РИД, созданных в рамках реализации проектов Центра;
- 56 статей в ведущих научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus;
- 6 программ для ЭВМ, имеющих государственную регистрацию и правовую охрану в Российской Федерации;
- 5,6 – средний показатель TRL портфеля проектов Центра НТИ;
- 6 лицензионных соглашений на передачу права использования результатов интеллектуальной деятельности, созданных Центром НТИ.

Уникальное оборудование



Контактная информация

Архипов Дмитрий Игоревич

+7 (495)638-46-52

nti@misis.ru

г. Москва, 2-й Донской пр., д. 9, стр. 3 (Дом-Коммуна НИТУ МИСИС)



ЦЕНТР КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЯ»



Табачкова Наталия Юрьевна,
директор ЦКП, канд. физ.-мат.
наук

Центр коллективного пользования «Материаловедение и металлургия» научно-исследовательского профиля создан в 1998 г.

- 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 Центра

Научно-исследовательская работа центра ведется по широкому кругу вопросов в области материаловедения, физической химии, технологии получения

и исследования (состав-структура-свойства) тонкопленочных структур, полупроводниковых, диэлектрических и наноматериалов, а также металлов.

Кадровый потенциал подразделения

Докторов наук – 1

Кандидатов наук – 6

Инженерно-технических работников – 4

28,7 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 г.

Наиболее крупные проекты

Грант Минобрнауки «Поддержка и развитие центров коллективного пользования научным оборудова-

нием и уникальных научных установок» (№ 075-15-2021-696) 25 млн руб.

Важнейшие научно-технические достижения подразделения

Исследование процессов окисления железа под действием β -излучения методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС). Показано,

что облучение пластин АРМКО железа пучками быстрых электронов в атмосфере приводит к образованию на поверхности пластин слоев оксигидрокси-

дов и нитратов железа. Нитрат железа локализован лишь в приповерхностных слоях, толщина слоя оксигидроксида колеблется от 100 до 500 нм и зависит от влажности атмосферы.

Исследование методом РФЭС изменения химического состава поверхности пленок полиэтилен-нафталата (ПЭН) под воздействием низкотемпературной плазмы. Показано, что модифицирование пленок ПЭН под действием разряда постоянного тока на аноде и катоде приводит к существенным изменениям химического состава поверхности полимера. После обработки пленок в плазме на аноде и катоде наблюдается увеличение количества кислородсодержащих групп. Наблюдаемые изменения связаны с действием активных частиц плазмы, локализованным в тонком приповерхностном слое полимера.

Исследование тонких пленок ферромолибдата стронция. Установлено, что магнитное поле смещения, вызванное магнитной связью из-за волнистости поверхности раздела, определяется не только шероховатостью поверхности (амплитудой пространственных волн), но также шириной или расстоянием между элементами поверхности (длиной волны пространственных волн). Преимуществом является медленно изменяющийся профиль поверхности, соответствующий волнистой поверхности, а не шероховатой. Толщина слоя SFMO должна быть намного больше, чем толщина магнитного мертвого слоя на поверхности/границе раздела, составляющая около 10 нм.

Исследование особенностей формирования структуры низкотемпературных термоэлектрических материалов (ТЭМ) на основе халькогенидов висмута и сурьмы, полученных методами экструзии, горячего прессования и искрового плазменного спекания. С помощью математического моделирования выявлены особенности напряженно-деформированного состояния экструдированных материалов. Проведен расчет формирования полей скоростей, напряжений и деформаций в процессе экструзии. Определено влияние пластической деформации, возврата и рекристаллизации на формирование структуры экструдированного материала. Разработана технология получения ТЭМ методом искровой плазменной экструзии. Показано, что материалы на основе халькогенидов висмута и сурьмы, полученные методом искровой плазменной экструзии обладают ярко выраженной текстурой, мелкодисперсной структурой и хорошими механическими характеристиками. Предел прочности на сжатие составляет 210 и 250 МПа для материалов р- и п-типа проводимости соответственно.

Исследование метамагнитного фазового перехода в системе FeRh. Методом магнитно-силовой микроскопии проведены исследования объемного двухфазного образца Fe49Rh51 (35% γ -фазы) при различных температурах с целью детального изучения процессов зарождения ферромагнитной фазы. Обнаружено, что механизмы фазового перехода, описанные в двухфазных объемных сплавах, коррелируют с механизмами, которые доминируют в тонких пленках.

Наиболее значимые публикации

1. D.A. Mikhaylov, E.A. Potanina, A.V. Nokhrin, A.I. Orlova, P.A. Yunin, N.V. Sakharov, M.S. Boldin, O.A. Belkin, V.A. Skuratov, A.T. Issatov, V.N. Chuvil'deev, N.Y. Tabachkova. Investigation of the Microstructure of Fine-Grained $\text{YPO}_4\text{-Gd}$ Ceramics. with Xenotime Structure after Xe Irradiation // Ceramics 5(2) (2022) 237-252. <https://doi.org/10.3390/ceramics5020019>
2. Belyaev, S., Resnina, N., Ponikarova, I., Iaparova, E., Rakhimov, T., Ivanova, A., Tabachkova, N., Andreev, V. Damage of the martensite interfaces as the mechanism of the martensite stabilization effect in the NiTi shape memory alloys // J. Alloys and Comp. 921 (2022) 166189. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2022.166189>
3. F. Khorobrykh, B. Kulnitskiy, V. Churkin, E. Skryleva, Yu. Parkhomenko, S. Zholudev, V. Blank, M. Popov. The effect of C60 fullerene polymerization processes on the mechanical properties of clusters forming ultrahard structures of 3D C60 polymers // Diamond & Related Materials 124 (2022) 108911. <https://doi.org/10.1016/j.diamond.2022.108911>
4. M. Borik, A. Kulebyakin, V. Kyashkin, N. Larina, E. Lomonova, F. Milovich, V. Myzina, A. Nezhdanov, P. Ryabochkina, N. Tabachkova, E. Chernov. Structure and Spectral Luminescence Properties of $(\text{ZrO}_2)_{0.90}9(\text{Y}_2\text{O}_3)_{0.09}(\text{Eu}_2\text{O}_3)_{0.001}$ Ceramics Synthesized by Uniaxial Compaction and Slip Casting // Materials 15(21) (2022) 7722. <https://doi.org/10.3390/ma15217722>
5. M.S. Boldin, A.A. Popov, A.V. Nokhrin, A.A. Murashov, S.V. Shotin, V.N. Chuvil'deev, N.Y. Tabachkova, K.E. Smetanina. Effect of grain boundary state and grain size on the microstructure and mechanical properties of alumina obtained by SPS: A case of the amorphous layer on particle surface // Ceramics International 48(18) (2022) 25723-25740. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2022.05.244>
6. S.N. Yudin, A.V. Kasimtsev, S.S. Volodko, I.A. Alimov, G.V. Markova, T.A. Sviridova, N. Yu Tabachkova, V.S. Buinevich, A.A. Nepapushev, D.O. Moskovskikh. Low-temperature synthesis of ultra-high-temperature HfC and HfCN nanoparticles // Materialia 22 (2022) 101415. <https://doi.org/10.1016/j.mtla.2022.101415>

7. A. Lytkina-Payen, N. Tabachkova, A. Yaroslavtsev. Methanol steam reforming on bimetallic catalysts based on in and nb doped titania or zirconia: A support effect // Processes 10(1) (2022) 19. <https://doi.org/10.3390/pr10010019>
8. S. Grigoriev, A. Vereschaka, F. Milovich, N. Andreev, J. Bublikov, A. Seleznev, N. Kutina. Influence of Mo content on the properties of multilayer nanostructured coatings based on the (Mo,Cr,Al)N system // Tribology International 174 (2022) 107741. <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2022.107741>
9. S. Grigoriev, A. Vereschaka, V. Zelenkov, N. Sitnikov, J. Bublikov, F. Milovich, N. Andreev, C. Sotova.
10. A. Vereschaka, F. Milovich, N. Andreev, C. Sotova, I. Alexandrov, A. Muranov, M. Mikhailov, A. Tatar-kanov. Investigation of the structure and phase composition of the microdroplets formed during the deposition of PVD coatings // Surface & Coatings Technology 441 (2022) 128574. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2022.128574>

Основные научно-технические показатели

- публикаций в российских научных журналах из списка ВАК - 2;
- в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus, – 88 (из них Q1 и Q2 – 73);
- конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения - 2;

Контактная информация

Табачкова Наталия Юрьевна, директор центра

+7 (495) 638-45-46

ntabachkova@misis.ru; voronova.mi@misis.ru



VIII. ФИЛИАЛЫ

АЛМАЛЫКСКИЙ ФИЛИАЛ



Умаров Фарходбек
Яркулович, д-р. техн. наук,
профессор

Филиал Национального исследовательского технологического университета МИСИС в г. Алмалык является одним из лучших образовательных центров Республики Узбекистан в области подготовки кадров для горно-металлургической отрасли.

Филиалом осуществляется подготовка квалифицированных специалистов по следующим направлениям:

- Горное дело;
- Металлургия;
- Автоматизация технологических процессов и производств.

Качественный подбор профессорско-преподавательского состава и оснащение учебно-лабораторной базы позволяет филиалу готовить высококвалифицированных специалистов, востребованных не только на территории Республики Узбекистан, но и за ее пределами.

8,9 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 г.

Область и направление научных исследований

В филиале налажена активная научная деятельность по следующим направлениям:

- Совершенствование технологии добычи и переработки полезных ископаемых;

- Разработка технологий переработки техногенных отходов;
- Повышение энергоэффективности предприятий.

Участие в федеральных, ведомственных, международных и других научно-исследовательских программах

Филиал принимает активное участие в программе инновационного развития Республики Узбекистан. На сегодняшний день в Филиале ведутся НИР

финансируемые за счет государственных средств Республики Узбекистан.

Важнейшие достижения филиала в научных исследованиях

- «Разработка технологии дополнительного извлечения редких металлов из свинцово-висмутовых шламов медеплавильного завода»;
- «Разработана технология комплексной переработки пылей металлургического цеха МПЗ с получением цветных, благородных и редких металлов»;
- «Разработка эффективной технологии взрывных работ, обеспечивающей снижение выхода негабаритов на карьерах АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат»;
- «Разработка технологии заряжания скважин кумулятивными зарядами в процессе дробления горных пород»;
- «Разработка технико-экономических мероприятий по оптимизации производства кальцинированной соды для СП ООО «Кунградский содовый завод».

Основные научно-технические показатели

1. Создание научного совета по присуждению ученых степеней

По постановлению Высшей аттестационной комиссии № 354 от 30 декабря 2019 года в Алмалыкском филиале НИТУ МИСИС создан научный совет по присуждению ученых степеней Доктора наук (DSc) и Доктора философии (PhD) по техническим наукам. Данному решению способствовало несколько факторов:

- из 12 членов Совета 5 являются ведущими учеными в этих направлениях из НИТУ МИСИС;
- трое из отечественных ученых, являются академиками Евразийской горной академии.

По факту в 2022 году три сотрудника Филиала защищили диссертации доктора философии (PhD).

2. Организация конференции:

В марте 2022 года 36 студентов АФ НИТУ МИСИС с докладами приняли участие в «77-е Дни науки НИТУ МИСИС».

В мае 2022 года при поддержке АО «Алмалыкский ГМК» была организована «Вторая молодежная научно-практическая конференция «Наука и молодежь – 2022». В конференции приняли участие молодые ученые и студенты как АФ НИТУ МИСИС, так и других высших учебных заведений Республики Узбекистан. Были заслушаны доклады более 130 молодых ученых и студентов.

3. Участие в международных и республиканских олимпиадах

В 2022 году студенты Филиала приняли участие в Республиканском конкурсе на получение стипендии Президента Республики Узбекистан и Государственных именных стипендий. По результатам конкурса Камалова Нигора Нуриддин кизи (студентка группы 5-19 ЦМ) стала лауреатом стипендии Президента Республики Узбекистан и Баннобов Файзуллох Каримжонович (студент группы 7-20 АТПП) получил Государственную именную стипендию имени Ислама Каримова.

Контактная информация

Умаров Фарходбек Яркулович, директор филиала,

+998 70 614-34-13

umarov.fi@misis.ru

Республика Узбекистан,

г. Алмалык, ул. Амира Темура-56, кабинет 308.

29 марта 2022 г. прошла студенческая Олимпиада по математике НИТУ МИСИС. Более 20 студентов 1-го и 2-го курса нашего Филиала приняли в ней активное участие в онлайн-режиме.

По результатам Олимпиады наши студенты Уктамов Улугбек (2-20-ГД) и Муминжанова Нозима (4-20 мет) стали призёрами, завоевав 2-ое и 3-е места.

В 2022 г. в НИТУ МИСИС прошла Олимпиада по химии, 13 студентов Филиала боролись за право быть в первых рядах Менделеевцев. Студентка 1 курса АФ НИТУ МИСИС Юлдашматова Зарина заняла призовое 3-е место.

В 2022 году студенты Филиала приняли участие во всероссийской олимпиаде –Я профессионал. Студент Туйчибоев Эльдор Илхом угли (студент группы 1-180ГР) стал призером конкурса.

Студенты Филиала в 2022 году приняли участие в всероссийском конкурсе проектных работ имени академика А.А. Бочвара. По итогам конкурса 12 студентов Филиала стали призерами и на льготной основе были приняты в магистратуру НИТУ МИСИС для обучения по разным направлениям за счет средств федерального бюджета Российской Федерации.

4. Результаты научно-исследовательских работ, выполняемых профессорско-преподавательским составом филиала, регулярно публикуются в различных научных изданиях. В 2022 году сотрудниками филиала было опубликовано более 177 научных статей из них в журналах, входящих в базу данных «Scopus» и Web of Science 32 публикации, в зарубежных научных журналах и в сборниках трудов международных научных конференций 85 публикаций, в республиканских научных журналах и в сборниках трудов конференций 60 публикаций.

Учебников – 3 шт., учебных пособий – 2 шт., монографий – 6 шт.



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, Экономики. 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».

Область и направления научных исследований

- электрометаллургия;
- технологии обработки металлов давлением;
- производство бесшовных труб;
- получения новых марок сталей;
- процессов разливки стали;
- совершенствование технологии производства трубного проката.

6,2 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 г.

Важнейшие достижения филиала в научных исследованиях

Результаты опубликованы в следующих журналах: Проблемы черной металлургии и материаловедения, Металлург, Сталь, Известия высших учебных

заведений. Чёрная металлургия, Journal of Non-Crystalline Solids.

Основные научно-технические показатели

- на базе института проведены 1 областная конференции «Творчество молодых – родному региону» и 1 международная научная конференция «Физико-химические основы металлургических процессов», посвященная 115-летию со дня рождения академика А.М. Самарина, в которых приняло участие более 300 человек;
- опубликовано более 140 научных статей, из них: 15 – в российских журналах из списка ВАК, 176 – в РИНЦ, 15 – в Web of Science и 15 – в Scopus, статьи входят в Q1, Q2, Q3;
- студенты филиала стали победителями международных конкурсов, конференций, таких как Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов-2022», Всероссийская молодёжная научно-практическая конференция «Будущее технической науки»;
- сотрудники и студенты филиала приняли участие в 22 международных и всероссийских научных конференциях.

Контактная информация

Кудашов Дмитрий Викторович, директор Выксунского филиала МИСИС

+7 (83177) 4-12-43

vfmisis@misis.ru, 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 был создан на основании приказа Министерства образования и науки Российской Федерации № 1037 от 24 октября 2017 года. ГФ НИТУ МИСИС является ключевым вузом Белгородской области, где осуществляется подготовка кадров для предприятий горно-металлургического кластера региона, таких как: АО «Лебединский ГОК», АО «Стойленский ГОК», АО «Комбинат КМАруда», ООО «Яковлевский ГОК», по наиболее востребованным и перспективным специальностям и направлениям подготовки, а именно 21.05.04 Горное дело (специализации: горно-геологические информационные системы; электротехнические системы, машины и оборудование горных предприятий; подземная разработка рудных месторождений, обогащение полезных ископаемых, горные машины и оборудование, электрификация и автоматизация горного производства, открытые горные работы, электротехнические системы, машины и оборудование горных предприятий, горно-геологические информационные системы), 2003.01 Техносферная безопасность (профиль программы: безопасность технологических процессов и производств, инженерная защита окружающей среды).

Область и направления научных исследований

Обогащение полезных ископаемых, Ресурсосберегающие и энергоэффективные технологии добычи и переработки минерального сырья.

9,0 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 г.

Участие в федеральных, ведомственных, международных и других научно-исследовательских программах

Проект РФФИ 20-011-00402 – «Об истории качественных методов, как основы математического

аппарату нелинейных систем (исследования в СССР в 1920-1960-е гг.)»

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

- Повышение качества выполнения геофизических работ и интерпретации их результатов на стадии эксплуатационной разведки для АО «Лебединский ГОК»;
- Оценка эффективности применения флотационного метода обогащения в условиях АО «Комбинат КМАруда»;
- Научно-технические услуги по разработке рабочей конструкторской документации для АО «ОЭМК им. А.А. Угарова» и АО «Лебединский ГОК»;
- Научно-технические услуги по разработке оценочных материалов для ООО «Яковлевский ГОК».

Важнейшие достижения института в научных исследованиях

Фундаментальные исследования:

Исследованы новые типы операторов и теорем о неподвижной точке, опробованы новые методы исследования спектральных свойств операторов и ранее неизвестных применений производных операторов (в теории конусов) (Проект РФФИ 20-011-00402).

Прикладные исследования:

Проведены работы по повышению качества выполнения геофизических работ и интерпретации их результатов на стадии эксплуатационной разведки для АО «Лебединский ГОК», выполнены лабораторные исследования магнитных свойств руд, отобранных в каждом из выделенных участков в результате

районирования месторождения, выявлены участки месторождения с наибольшими расхождениями между геофизическими и геохимическими результа-

тами опробования, проводимого на стадии эксплуатационной разведки (Договор № ЛГ-212064).

Основные научно-технические показатели

- Количество публикаций в Web of Science, Scopus – 9
- Количество публикаций в журналах ВАК – 12
- Количество публикаций в РИНЦ – 52
- Количество объектов интеллектуальной собственности – 1
- 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 – 16
- Количество научных публикаций студентов – 33

Контактная информация

+7 (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 metallurgicalной 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».

В течение 2022 года в рамках направлений подготовки «Металлургия» и «Технологические машины и оборудование» разработаны дополнительные профили подготовки бакалавров в области технологии и оборудования обработки металлов давлением, обучение по которым начнется с 2023 года.

Высокий уровень подготовки выпускников филиала гарантирует их востребованность промышленными предприятиями России. Выпускники НФ НИТУ МИСИС успешно работают на таких крупных промышленных предприятиях, как «Уральская Сталь», «Северсталь», «ММК», «НЛМК», «МЕЧЕЛ», «Тулачертмет», «ЧТПЗ», «КАМАЗ», «ВМЗ», «ОМЗ-Сталь», «Аккерманн-цемент», «Медногорский медносерный комбинат», «Гайский горно-обогатительный комбинат» др.

Учебно-административным сопровождением образовательной деятельности занимается факультет metallurgicalных технологий, в составе которого действуют четыре выпускающих кафедры: математики и естествознания, metallurgicalных технологий и оборудования, электроэнергетики и электротехники, гуманитарных и социально-экономических наук. К учебному процессу привлечено 59 преподавателей, в том числе 5 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», ООО «АККЕРМАНН-ЦЕМЕНТ», ЗАО «Рифар», 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 metallurgicalических технологий и оборудования (заведующий кафедрой – Шаповалов А.Н., к.т.н., доцент) ведутся научные разработки ресурсо- и энергосберегающих технологий metallurgicalических производств, технологий аддитивного производства, а также исследования в области повышения надежности и долговечности деталей metallurgicalических машин.

На кафедре электроэнергетики и электротехники (заведующая кафедрой – Мажирина Р.Е., к.п.н., доцент) ведется разработка систем бездатчикового управления асинхронными двигателями при

помощи инжекции высокочастотного сигнала, и изыскания по устранению динамических моментов в прокатной клети 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, развивааемым 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 госбюджетных и х/д НИР

За 2022 год суммарный объем выполненных хоздоговорных научно-исследовательских работ (НИР), финансированных реальным экономическим сектором, составил более 10 млн. рублей. Тематика наиболее значимых научных исследований, реализованных в рамках хоздоговорных работ:

- «Разработка технологии производства агломерата с накатыванием топлива на гранулы шихты»;
- «Разработка технологии производства агломерата с подачей газообразного топлива и кислорода в спекаемый слой»;
- «Исследование влияния шихтовых материалов, произведенных с использованием полимерных добавок, на показатели доменной плавки и качество выплавляемого чугуна»;
- «Разработка технологии производства агломерата из железорудного концентратса с повышенной удельной поверхностью»;

- «Исследование влияния химического и гранулометрического состава известняка Аккермановского месторождения на показатели выплавки стали»;
- «Исследование закономерностей изменения химического состава фракционированного известняка Псиларакского месторождения»

Таким образом, доходы Филиала от научной деятельности за 2022 год, приходящиеся на ставку научно-педагогических работников, составили более 300 тыс. рублей.

10,0 млн руб.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2022 г.

Важнейшие достижения филиала в научных исследованиях

Наиболее значимые результаты научных исследований сотрудников Филиала в области агломерационного производства были получены в ходе выполнения комплекса лабораторных исследований для Новолипецкого металлургического комбината. Полученные результаты исследований позволили сформулировать ряд технических и технологических рекомендаций по совершенствованию технологии производства агломерата, в части накатывания топлива на гранулы шихты, подачи газообразного топлива и кислорода в спекаемый слой, применения железорудных концентратов различной удельной поверхности.

В области доменного производства выполнено исследование влияния шихтовых материалов, произведенных с использованием полимерных добавок, на показатели доменной плавки и качество выплавляемого чугуна, в результате которого были установлены количественные закономерности, позволяющие прогнозировать изменение технико-экономических показателей доменной плавки в различных шихтовых условиях.

В области сталеплавильного производства наиболее значимым научным достижением стали

результаты исследования влияния химического и гранулометрического состава известняка Аккермановского месторождения на показатели выплавки стали в условиях электросталеплавильного цеха АО «Уральская Сталь».

Новой областью научных изысканий сотрудников Филиала стало исследование закономерностей изменения химического состава фракционированного известняка Псиларакского месторождения, проводимого по заказу Балаклавского рудоуправления (г. Севастополь).

Всего за 2022 год студенты филиала совместно с преподавательским составом приняли участие в 16 конференциях различных уровней, по результатам которых было опубликовано 132 исследовательские работы. При непосредственном участии преподавательского состава филиала за 2022 год было издано 102 научные публикации, из которых 18 публикаций в журналах, рекомендованных ВАК. В периодических изданиях, индексируемых в международных научометрических системах Web of Science и Scopus, опубликовано 17 статей, из которых 9 статей в журналах, входящих в 1 и 2 quartile Scopus.

Научные достижения преподавателей филиала были отмечены персональными стипендиями губернатора Оренбургской области. Лауреатами конкурса «Молодые учёные 2022», проводимой в рамках 28-й Международной промышленной выставки «Металл-Экспо», стали два студента филиала.

В 2022 году на базе Новотроицкого филиала НИТУ МИСИС проведено две конференции: Всероссийская научно-техническая конференция «Наука и производство Урала» (апрель 2022 г) и Межрегиональная научная конференция «Наука - это ты!» (май 2022 г). По результатам работы конференций опубликованы сборники научных трудов.

Контактная информация

Котова Лариса Анатольевна, директор филиала.

+7 (3537) 67-97-29

nf@misis.ru

462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8.



СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА



Боева 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.

Область и направления научных исследований

- 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;
- Интеллектуальные системы управления технологическими процессами и производствами;
- Современные информационные технологии, базирующиеся на методах искусственного интеллекта, нейронных сетях, мультиагентных технологиях;
- Робототехника;
- Энергосберегающие и энергоэффективные технологии, в том числе технологии преобразования тепловой энергии в электрическую энергию;

Инновационная и научная инфраструктура СТИ НИТУ МИСИС включает:

- Научно-исследовательская лаборатория «Горно-металлургические технологии»;
- Научно-исследовательская лаборатория «Интеллектуальные системы управления в агропромышленном комплексе»;
- Научно-исследовательская лаборатория «Интеллектуального управления горно-металлургическими процессами»;
- Стальеплавильная-научно-техническая лаборатория;
- Научно-техническая лаборатория восстановления и упрочнения деталей горного и металлургического оборудования;
- Центр конструирования и 3-D моделирования;
- Центр инновационного консалтинга;
- Технопарк.

В 2022 году учеными института с успехом решены научные задачи для крупнейших предприятий и организаций Центрального региона России. Кол-

лективом 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 56 млн. руб.

Успешное развитие науки в СТИ НИТУ МИСИС, основанное на большом научном потенциале ученых института, на научной кооперации с научными коллективами НИТУ МИСИС, с индустриальными партнерами, на существующей научной инфраструктуре позволили достичь значимых результатов:

- в области металлургии:
 1. Разработана технология производства автоматных марок стали не содержащих свинца за счет модификации сульфидных включений.
 2. Проведено исследование процесса вторичного окисления ГБЖ и разработаны последующие способы сохранения его металлургической ценности.
- в области упрочнения:

1. Разработаны технологии восстановления роликов СПЦ-2 с использованием материалов, обеспечивающих повышение стойкости и исключающих травмирование проката.
2. Подобраны и разработаны новые материалы для восстановления методом наплавки под слоем флюса гребней колесных пар электровозов АО «Лебединский ГОК», обеспечивающие повышение их стойкости к износу.
- в области автоматизации технологических процессов:
1. Разработан комплексный метод определения режима работы металлургического агрегата «стальковш-промковш».

Важнейшие достижения филиала в научных исследованиях

1. Кафедра металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой (заведующий кафедрой – д.т.н., доцент Кожухов А.А.):
 - «Исследование процесса вторичного окисления ГБЖ для последующей разработки способов сохранения его металлургической ценности» с АО «Лебединский ГОК».
 - «Разработка технологии производства автоматных сталей (не содержащих свинца) за счет модификации сульфидных включений» с АО «ОЭМК».
 - «Повышение обрабатываемости резанием конструкционных низколегированных сталей, обработанных кальцием (без добавок теллура, селена, свинца и т.п.) за счет модификации сульфидных включений».
 - «Подбор химического состава стали и отработка технологии производства арматуры класса Ac500C и Ac600C с повышенными эксплуатационными свойствами» с «НИЦ Строительство».
 - «Анализ и разработка технологических приемов для повышения степени обезуглероживания металла при циркуляционном вакуумировании» с ПАО «НЛМК».
 - «Разработка режимов рафинирования динамной стали 4-й группы легирования на АЦВ КЦ-1 с использованием пара, водорода до содержания углерода 0,001% после этапа обезуглероживания» с ПАО «НЛМК».
 - «Исследование способов рециклинга или реализации попутно образующейся железосодержащей продукции АО «Лебединский ГОК» (шламы, отсев) для АО «Лебединский ГОК» с АО «Лебединский ГОК».
 - «Проведение лабораторных испытаний с полимерной связующей добавкой для производства окатышей на АО «Стойленский ГОК» с АО «Стойленский ГОК».
1. Кафедра автоматизированных и информационных систем управления (заведующий кафедрой – к.т.н., доцент Полещенко Д.А.):
 - Сотрудник кафедры, кандидат технических наук Цыганков Юрий Александрович в 2022 году выиграл грант РНФ на тему «Разработка комплексного метода определения режима работы металлургического агрегата «стальковш-промковш». Также, доцент кафедры, кандидат технических наук Петров Владислав Анатольевич, признан победителем в конкурсе отбора на соискание стипендии президента РФ в направлении «Стратегические информационные технологии, включая вопросы создания суперкомпьютеров и разработки программного обеспечения» с проектом «Разработка прототипа системы поддержки принятия оперативных решений для агронома на основе технологий машинного зрения и использования БПЛА».
 - 2. Кафедра технологии и оборудование в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта (заведующий кафедрой – к.т.н., доцент Макаров А.В.):
 - «Проверка норм трудозатрат на работы по ремонту и обслуживанию оборудования АО «Стойленский ГОК» с АО «Стойленский ГОК».
 - «Разработка технологий восстановления роликов СПЦ-2 с использованием материалов, обеспечивающих повышение стойкости и исключающих травмирование проката» с АО «ОЭМК».
 - «Подбор и разработка новых материалов для восстановления методом наплавки под слоем флюса, обеспечивающих повышение стойкости к износу гребней колесных пар электровозов АО «Лебединский ГОК» с АО «Лебединский ГОК».
 - «Разработка методики лабораторных испытаний, проведение лабораторных испытаний и подготовка отчёта по результатам проведенных исследований внутреннего покрытия поверхности образцов труб с повышенной износостойкостью» с ООО «ЕвроХим».
 - «Разработка технологических карт и проектов производства работ» с АО «Лебединский ГОК».
 - «Научно-технические услуги по разработке технологических карт ремонта оборудования с АО ОЭМК им. А.А. Угарова» с АО «ОЭМК».

В рамках деятельности развёрнутого в Белгородской области научно-образовательного центра мирового уровня «Инновационные решения в АПК» СТИ НИТУ МИСИС совместно с рядом вузов и индустриальных партнеров реализует проект «Разработка научно-технических решений 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.

Основные научно-технические показатели

- на базе института проведены 2 всероссийские конференции, в которых приняло участие более 400 человек;
- опубликовано более 500 научных статей, из них: 64 – в российских журналах из списка ВАК, 172 – в РИНЦ, 35 – в Web of science и Scopus, из них 4 статьи – в Q1 и Q2.
- выпущено 5 монографий;
- защищены 2 диссертации на соискание ученой степени кандидата наук;
- учеными получено 5 свидетельств государственной регистрации программ для ЭВМ и 1 патент на изобретение;
- сотрудники института приняли участие в 97 международных и всероссийских научных конференциях.

Контактная информация

Боева Анна Вячеславовна, директор филиала

+7 (4725) 45-12-12

+7 (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 2022

Редакторы:

Герман Иващенко, Екатерина Кропачева

Материалы сборника издаются в авторской редакции