

**Национальный исследовательский  
технологический университет  
«МИСиС»**

**НАУКА  
МИСиС 2019**

**Москва • НИТУ «МИСиС» • 2020**

**УДК 378:001**

**НАУКА МИСиС 2019**  
Научное издание

Ответственный редактор  
В.Э. Киндоп

Настоящее издание – отчет о научной и инновационной деятельности университета, институтов и филиалов, кафедр и лабораторий за 2019 год.

**ISBN 978-5-907227-13-2**

© НИТУ «МИСиС», 2020

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>ИТОГИ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УНИВЕРСИТЕТА В 2019 ГОДУ</b> .....	7
<b>Филонов М.Р. Проректор по науке и инновациям</b> .....	7
<b>ИНСТИТУТ ЭКОТЕХНОЛОГИЙ И ИНЖИНИРИНГА</b> .....	14
<b>Травянов А.Я. Директор института</b> .....	14
<b>КАФЕДРА ИНЖИНИРИНГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ</b> .....	17
<i>Горбатюк С.М.</i> .....	17
<b>КАФЕДРА ЛИТЕЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ</b> ...	20
<i>Белов В.Д.</i> .....	20
<b>КАФЕДРА МЕТАЛЛОВЕДЕНИЯ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ</b> .....	24
<i>Солонин А.Н.</i> .....	24
<b>КАФЕДРА ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ</b> .....	27
<i>Алещенко А.С.</i> .....	27
<b>КАФЕДРА ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ</b> .....	30
<i>Левашов Е.А.</i> .....	30
<b>КАФЕДРА СЕРТИФИКАЦИИ И АНАЛИТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ</b> .....	34
<i>Филичкина В.А.</i> .....	34
<b>КАФЕДРА ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ</b> .....	37
<i>Овчинникова Т.И.</i> .....	37
<b>КАФЕДРА ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И ЗОЛОТА И ЦЕНТР ИНЖИНИРИНГА ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ</b> .....	41
<i>Тарасов В.П.</i> .....	41
<b>ЛАБОРАТОРИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ</b> .....	44
<i>Акихиса Иноуэ</i> .....	44
<b>ИННОВАЦИОННЫЙ НАУЧНО-УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР РОМЕЛТ (ИНУЦ РОМЕЛТ)</b> .....	46
<i>Валавин В.С.</i> .....	46
<b>НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ТЕРМОХИМИЯ МАТЕРИАЛОВ»</b> .....	49
<i>Хван А.В.</i> .....	49
<b>ИНСТИТУТ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И НАНОТЕХНОЛОГИЙ</b> .....	52
<b>Калошкин С.Д. Директор института</b> .....	52
<b>КАФЕДРА МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ</b> .....	54
<i>Пархоменко Ю.Н.</i> .....	54
<b>КАФЕДРА МЕТАЛЛОВЕДЕНИЯ И ФИЗИКИ ПРОЧНОСТИ</b> .....	57
<i>Никитин С.А.</i> .....	57
<b>КАФЕДРА ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ</b> ...	60
<i>Диденко С.И.</i> .....	60
<b>КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ И КВАНТОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ</b> .....	65
<i>Мухин С.И.</i> .....	65
<b>КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ</b> .....	68
<i>Савченко А.Г.</i> .....	68
<b>МЕЖКАФЕДРАЛЬНАЯ УЧЕБНО-ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ «МОНОКРИСТАЛЛЫ И ЗАГОТОВКИ НА ИХ ОСНОВЕ (ИЛМЗ)»</b> .....	78
<i>Гореева Ж.А.</i> .....	78

УЧЕБНО-НАУЧНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «ЦЕНТР РЕНТГЕНОСТРУКТУРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ДИАГНОСТИКИ МАТЕРИАЛОВ» .....	81
<i>Щетинин И.В.</i> .....	81
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ .....	84
<i>Калошкин С.Д.</i> .....	84
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ И УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР АКУСТООПТИКИ .....	87
<i>Молчанов В.Я.</i> .....	87
НАУЧНО-УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА МИС <sub>и</sub> С-ИСМАН (НУЦ СВС) .....	88
<i>Левашов Е.А.</i> .....	88
<b>ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ</b> .....	91
КАФЕДРА АВТОМАТИЗАЦИИ .....	91
<i>Калашиников Е.А.</i> .....	91
КАФЕДРА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ .....	94
<i>Темкин И.О.</i> .....	94
КАФЕДРА ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ И ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ (ЭИИС) .....	96
<i>Шкундин С.З.</i> .....	96
<b>ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ</b> .....	98
<b>Молчанов Г.А. Директор института</b> .....	98
КАФЕДРА БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКИ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ .....	100
<i>Пятецкий В.Е.</i> .....	100
КАФЕДРА ГОСУДАРСТВЕННОГО И МУНИЦИПАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНАХ (ГМУ) .....	103
<i>Тиблов Д.П.</i> .....	103
КАФЕДРА ПРОМЫШЛЕННОГО МЕНЕДЖМЕНТА .....	106
<i>Костюхин Ю.Ю.</i> .....	106
КАФЕДРА ЭКОНОМИКИ .....	108
<i>Сидорова Е.Ю.</i> .....	108
<b>ИНСТИТУТ БАЗОВОГО ОБРАЗОВАНИЯ</b> .....	111
<b>Подвойская Н.Л. Директор института</b> .....	111
КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ .....	114
<i>Давыдов А.А.</i> .....	114
КАФЕДРА ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ .....	118
<i>Пестряк И.В.</i> .....	118
КАФЕДРА СОЦИАЛЬНЫХ НАУК И ТЕХНОЛОГИЙ .....	124
<i>Урсул Т.А.</i> .....	124
КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И ЗДОРОВЬЯ И УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫЙ СПОРТИВНЫЙ ЦЕНТР .....	128
<i>Хусяинов З.М.</i> .....	128
ЦЕНТР РУССКОГО ЯЗЫКА .....	130
<i>Подвойская Н.Л.</i> .....	130
<b>ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ</b> .....	132
КАФЕДРА СТРОИТЕЛЬСТВО ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ...	132
<i>Панкратенко А.Н.</i> .....	132

КАФЕДРА ОБОГАЩЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ .....	135
<i>Юшина Т.И.</i> .....	135
КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ГЕОКОНТРОЛЯ.....	138
<i>Винников В.А.</i> .....	138
НАУЧНО-УЧЕБНАЯ ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «ФИЗИКО-ХИМИИ УГЛЕЙ»... 142	
<i>Эпштейн С.А.</i> .....	142
<b>ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИОННЫХ БИЗНЕС СИСТЕМ</b> .....	145
<i>Нежуркина М.И. Директор института</i> .....	145
<b>НАУЧНЫЙ КОМПЛЕКС</b> .....	149
ЛАБОРАТОРИЯ «БИОМЕДИЦИНСКИЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ».....	149
<i>Абакумов М.А.</i> .....	149
ЛАБОРАТОРИЯ «СВЕРХПРОВОДЯЩИЕ МЕТАМАТЕРИАЛЫ» .....	155
<i>Устинов А.В.</i> .....	155
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «НЕОРГАНИЧЕСКИЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ» .....	158
<i>Гольберг Д.В., Штанский Д.В.</i> .....	158
ЛАБОРАТОРИЯ «ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ, АКУСТООПТИЧЕСКАЯ И ЛАЗЕРНАЯ АППАРАТУРА ДЛЯ ЗАДАЧ ДИАГНОСТИКИ И ТЕРАПИИ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ» .....	164
<i>Хазанов Е.А.</i> .....	164
ЛАБОРАТОРИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ .....	166
<i>Абрикосов И.А.</i> .....	166
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «ГИБРИДНЫЕ НАНОСТРУКТУРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ» .....	169
<i>Комиссаров А.А.</i> .....	169
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КОНСТРУКЦИОННЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ» .....	172
<i>Московских Д.О.</i> .....	172
УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА И СЕРТИФИКАЦИИ «МЕТАЛЛСЕРТИФИКАТ» (УНЦ СМИС).....	175
<i>Полховская Т.М.</i> .....	175
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЯ».....	177
<i>Жуков Д.Г.</i> .....	177
НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «НАНОМАТЕРИАЛОВ И НАНОТЕХНОЛОГИЙ» (ЦНН) .....	180
<i>Горчаков Ю.А.</i> .....	180
<b>ФИЛИАЛЫ</b> .....	182
ВЫКСУНСКИЙ ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСИС».....	182
<i>Кудашов Д.В. Директор</i> .....	182
НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ НИТУ «МИСИС».....	185
<i>Котова Л.А. Директор</i> .....	185

## СОДЕРЖАНИЕ

---

ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСИС» В Г. ГУБКИНЕ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ (Губкинский филиал НИТУ «МИСиС», ГФ НИТУ «МИСиС»).....	188
<i>Репников Н.И. Директор</i> .....	188
СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА (филиал НИТУ «МИСиС»).....	189
<i>Боева А.В. Директор</i> .....	189

# ИТОГИ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УНИВЕРСИТЕТА В 2019 ГОДУ

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



В 2019 году «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» укрепил свою позицию одного из наиболее динамично - развивающегося научно-образовательного центра. Достижение университетом стратегической цели – стать мировым лидером в области фундаментальных и прикладных исследований в материаловедении, металлургии, горном деле, нанотехнологиях, информационных технологиях и биомедицине возможно только при условии интеграции науки, образования и инноваций. Для этого в НИТУ «МИСиС» создана уникальная исследовательская инфраструктура, включающая опыт и научный потенциал преподавателей и научных сотрудников, сеть современных, хорошо оснащенных лабораторий, в которых работают признанные мировым научным сообществом исследователи, амбициозные международные научные проекты, а также систему международных, междисципли-

нарных образовательных и дискуссионных площадок. Результаты деятельности НИТУ «МИСиС» получили высокую экспертную оценку в России и за рубежом, что выражается, в том числе в высоких позициях НИТУ «МИСиС» в престижных международных рейтингах.

В 2019 году университет подтвердил свой статус ведущего материаловедческого вуза России, заняв, как и в 2018 году, место в группе 101+ в глобальном предметном рейтинге QS (World University Rankings by Subject) по направлению «Материаловедение». В этом же рейтинге в группах «Физика и астрономия» и «Химия» НИТУ «МИСиС» улучшил свою позицию на 50 пунктов, заняв место в группе 251+ и 451+ соответственно. По направлению Инжиниринг – Горное дело (рейтинг QS) НИТУ «МИСиС» занимает 46 место среди лучших вузов отрасли. В отраслевых рейтингах QS НИТУ «МИСиС» поднялся на 26 позиций в рейтинге «Инжиниринг-Технология», заняв 247 место и на 54 позиции в рейтинге «Естественные науки», заняв 308 место.

В 2019 году университет улучшил свои позиции в рейтинге THE Emerging Economies University Rankings (до 2018 назывался BRICS & Emerging Economies Rankings), заняв 89 строчку.

В Шанхайском предметном рейтинге университетов ARWU (Global Ranking of Academic Subjects) университет представлен в предметных областях «Metallurgical Engineering» (группа 76-100), «Mining & Mineral Engineering» (группа 76-100), «Materials Science & Engineering» (группа 301-400) и Nanoscience & Nanotechnology, группа 301-400.

В российских рейтингах НИТУ «МИСиС» также занимает лидирующие места – №1 в рейтинге «Топ-100 лучших вузов страны по версии Forbes, 4 место в рейтинге по качеству приема (технические вузы), 12 место Национального рейтинга университетов Интерфакс и 17 место Рейтинга вузов России (РАЕХ).

В 2019 году НИТУ «МИСиС» подтвердил свою позицию в группе абсолютных лидеров Проекта повышения конкурентоспособности ведущих университетов Российской Федерации среди ведущих мировых научно-образовательных центров, заняв место в первой группе среди участников Проекта 5-100. Достижение такого результата стало возможным благодаря реализации программ, направленных на привлечение международных ученых, мобильность НПП, повышение качества публикационной активности сотрудников НИТУ «МИСиС», а так же привлечение в университет молодых НПП. Индикаторы Дорожной карты 5-100 НИТУ «МИСиС»,

а также фактические показатели выполнения Программы за 2019 год по направлению «Наука» представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Индикаторы Дорожной карты 5-100 НИТУ «МИСиС»**

Наименование показателя	Прогнозная динамика						
	2014 факт	2015 факт	2016 Факт	2017 Факт	2018 Факт	2019 План/Факт	2020 План
Количество статей в WoS на 1 НПП, 5 лет	1,3	1,8	2,6	4,1	5,2	5,2/6,6	5,2
Количество статей в Scopus на 1 НПП, 5 лет	1,8	2,3	3,5	5,6	7,7	7,7/9,8	7,7
Средний показатель цитируемости на 1 НПП, WoS, 5 лет	2,47	3,5	6,0	15,9	20,2	20,2/31,8	20,2
Средний показатель цитируемости на 1 НПП, Scopus, 5 лет	2,68	4,0	7,4	17,7	30,7	30,7/45,4	30,7
Объем НИР на 1 НПП (млн. руб. в год)	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	4,0/2,9	5,0

Университет успешно реализует совместные проекты с крупнейшими российскими и зарубежными высокотехнологичными компаниями и научно-исследовательскими институтами. В 2017 году сотрудниками НИТУ «МИСиС» совместно с научной командой ФИАН им. Лебедева создали прототип нейтринного детектора, смонтировали и протестировали на пучке пионов и протонов ускорителя CERN. Летом 2018 года прототип мишени для нейтринного детектора (изготовлен в НИТУ «МИСиС») и прототип уникального оборудования – мюонного щита (разработан совместной командой НИТУ «МИСиС» – Imperial College London и RAL) испытаны в CERN. В 2019 году проведены испытания прототипа SPACAL калориметра, изготовленного при участии НИТУ «МИСиС», на ускорителе в DESY (Гамбург). Молодые ученые НИТУ «МИСиС» участвовали в проведении испытаний в составе международной группы исследователей из коллаборации LHCb. В октябре 2019 года совместно с НИУ ВШЭ был подготовлен обзор по технологическим решениям для производства магнитной мюонной защиты для эксперимента SHiP. Обзор доклада был также представлен в Женеве техническому комитету, составленному из экспертов ЦЕРН. В 2019 году стартовал проект по исследованию возможности применению перовскитных материалов для сцинтиляционных детекторов для работы в условиях высокого радиационного фона. Были изготовлены первые сцинтиляционные перовскитные элементы и проведены их испытания на светоотдачу. Изготовленные элементы имели высокие удельные характеристики, однако, ученые НИТУ «МИСиС» предложили пути улучшения их свойств. Данные эксперименты будут продолжены в 2020 году. В июле 2019 года НИТУ «МИСиС» совместно с Итальянским институтом ядерной физики провели работы в области разработки систем быстрого сканирования и распознавания треков в эмульсионных детекторах, в результате были сформулированы требования для компактного сплиттера на 16 изображений. В рамках развития сотрудничества с Европейской организацией по ядерным исследованиям стал запуск пилотного образовательного проекта, направленного на привлечение талантливых студентов и аспирантов на обучение в НИТУ «МИСиС» и вовлечение их в реализацию проекта. Образовательный курс читается на английском языке и составлен таким образом, что имеет междисциплинарный характер, включающий в себя физику высоких энергий, новые материалы и инженерные решения, информационные технологии. Слушатели, успешно прошедшие образовательный курс и сдавшие экзамен по окончании получают документы о дополнительном образовании с подписью ректора НИТУ «МИСиС» А.А. Черниковой и руководства ЦЕРН.

Еще одним примером успешного крупного проекта в 2018 году стало создание Центра НТИ по сквозной технологии «Квантовые коммуникации» на базе НИТУ «МИСиС». 1 октября 2018 в НИТУ «МИСиС» состоялось открытие Центра компетенций Национальной технологической инициативы «Квантовые коммуникации». В числе основных направлений деятельности центра: совершенствование установок квантовых коммуникаций, подготовка специалистов ми-

рового уровня в области квантового инжиниринга, проведение исследований в области уязвимости квантовых сетей, создание систем квантовой связи для спутников и др. В 2019 году центр НТИ начал реализацию нескольких приоритетных направлений:

- новое поколение устройств квантового распределения ключа с увеличенной частотой повторения приготовления состояний до 1 ГГц и скоростью генерации квантового ключа более 100 Кбит/с, в том числе интегрированная с сервером версия;
- квантовое распределение ключа (КРК) на непрерывных переменных для небольших расстояний со сниженной стоимостью;
- сетевые программные решения для квантовых сетей.

Реализация таких значимых проектов возможна благодаря высокому уровню научных кадров и развитой научной инфраструктурой. В настоящее время в состав Университета входят: 6 филиалов, 9 разнопрофильных институтов, в которых обучаются бакалавры, магистры и специалисты более чем по 30 направлениям подготовки, международная школа бизнеса и технологий, центр коллективного пользования, 3 инжиниринговых центра мирового уровня.

Основой инновационного потенциала НИТУ «МИСиС» являются фундаментальные и прикладные исследования по прорывным направлениям науки в области материаловедения, в том числе гибридных и композитных материалов; квантовых технологий, робототехники, биомедицины и других, которые проводятся более чем в 30 научно-исследовательских лабораториях.

Научные направления университета охватывают широкий спектр материаловедческих задач, начиная от фундаментальных первопринципных расчетов структуры и энергии образования новых фаз и заканчивая прикладными вопросами создания материалов и приборов для различных видов промышленности, таких как энергетика, электроника, металлургия и др.

В соответствии с профилями работы кафедр можно выделить следующие направления исследований: технология получения и свойства наноструктурных и нанодисперсных материалов; материалы и технологии создания электронной компонентной базы; биосовместимые материалы и покрытия; физика и химия аморфных и квазикристаллических материалов; композиционные материалы и покрытия; магнитные и сверхтвердые материалы; материалы для атомной, водородной и солнечной энергетики; 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; облачные технологии и распределенные вычисления; интеллектуальное управление в технических системах.

Научные исследования, проводимые в университете широко востребованы государственными структурами и бизнес-сообществом, общий объем финансирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в 2019 году составил 1 687 млн. рублей.

На рисунке 1 представлена динамика финансирования НИОКР, научно-технических услуг университета в 2016–2019 годы.



**Рисунок 1. Динамика финансирования НИОКР и научно-технических услуг университета в 2016–2019 годы**

Структура финансирования научно-исследовательских и опытно конструкторских работ в 2019 г. представлена на рисунке 2.

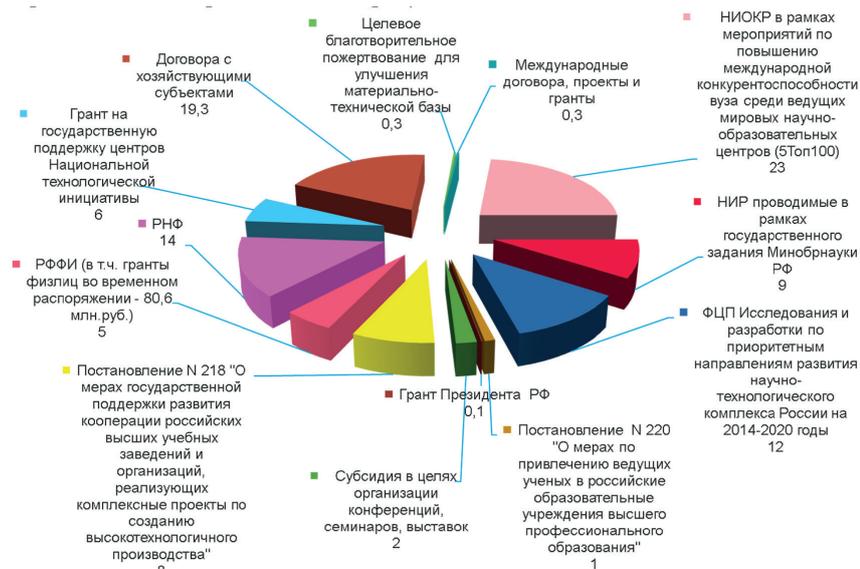


Рисунок 2 – Структура финансирования научной деятельности университета (НИОКР, научно-технические услуги) в 2019 году

Наибольший вклад в общий объем финансирования в 2019 г. приходился на «НИОКР в рамках мероприятий по повышению международной конкурентоспособности вуза среди ведущих мировых научно-образовательных центров» – 23 %; хозяйственные договора – 19,3 %; НИИР, выполнявшиеся в рамках федеральных целевых программ: «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» – 12 % и работы, проводимые в рамках Постановления N 218 «О мерах государственной поддержки развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства» – 8 %; «НИИР, проводимые в рамках государственного задания Минобрнауки РФ» – 9 %.

Объем финансирования исследований по НИОКР, выполняемых по заказам хозяйствующих субъектов (в т.ч. Международные договора и благотворительные фонды) в 2019 году составил – 552 млн. рублей, наиболее крупные предприятия высокотехнологичного сектора экономики Российской Федерации – инициаторы проведения исследований приведены на рисунке 3.

Распределение финансирования научно-исследовательских работ по институтам университета в 2019 г. представлено на рисунке 4.

Наибольший вклад в объем финансирования в 2019 году внесли институт экотехнологий и инжиниринга – 356 млн. рублей, учебно-научные центры Университета и лаборатории – 352 млн. руб. и институт новых материалов и нанотехнологий – 333 млн. руб

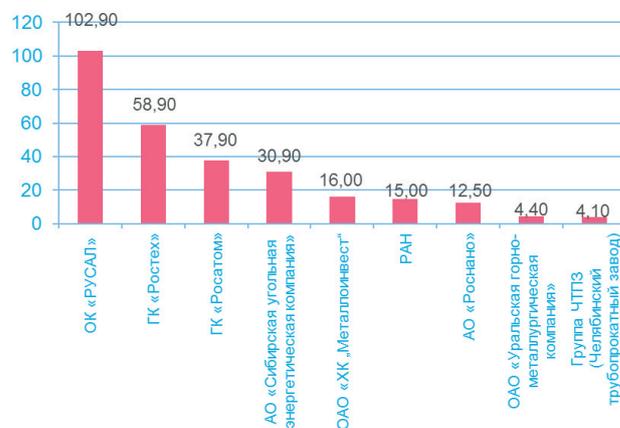


Рисунок 3 – Наиболее крупные заказчики хоздоговорных работ в 2019 году

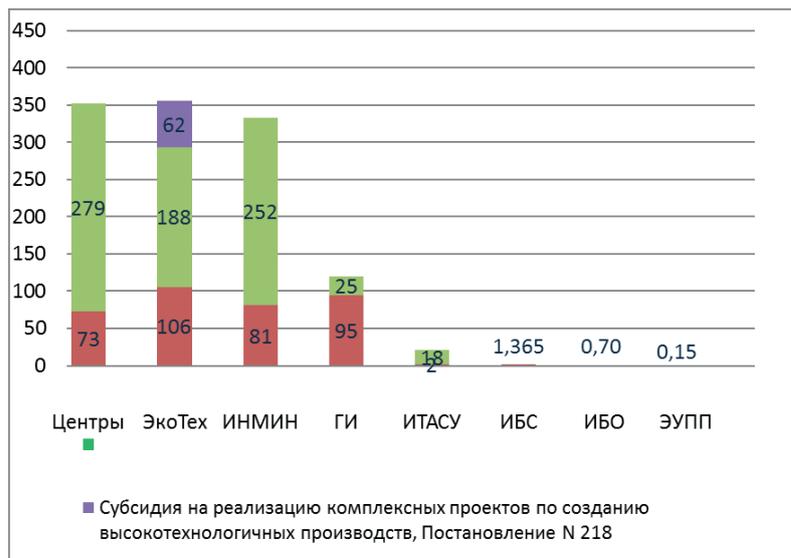


Рисунок 4 – Финансирование НИОКР институтов Университета в 2019 году

Повышение качества публикационной активности исследователей НИТУ «МИСиС» – одна из главных задач, реализуемых в рамках стратегии развития университета. Всего в 2019 году было опубликовано более 1700 статей в изданиях, индексируемых международными базами Web of Science и Scopus. Практически половина всех статей – это публикации в первом квартиле (рисунок 5). Распределение абсолютного количества статей в первом квартиле по CiteScore Scopus представлено на рисунке 6.

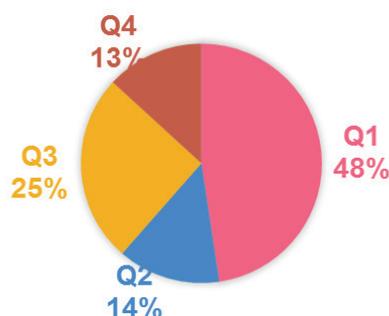


Рисунок 5 – Распределение публикаций 2019 года по квартилям CiteScore (Scopus)

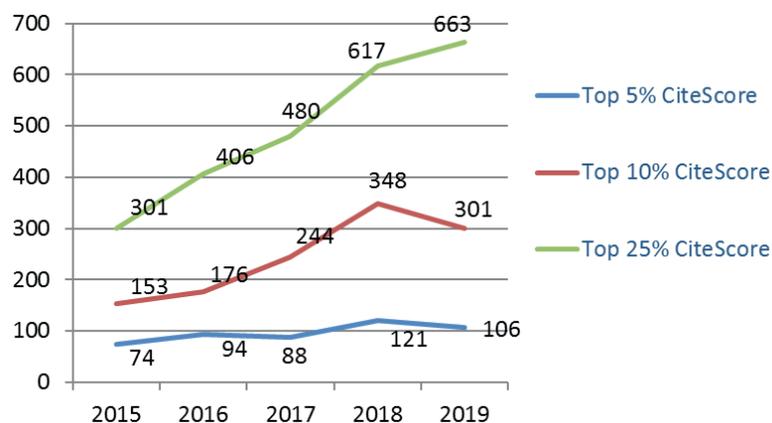


Рисунок 6 – Распределение публикаций в журналах первого квартиля Scopus

Всего в 2019 году опубликовано более 1300 статей в соавторстве с ведущими российскими и зарубежными научно-образовательными центрами, в т.ч. с Российской академией наук, МГУ им. М.В. Ломоносова, МФТИ, ЦЕРН, MIT, EPFL и т.д.

В 2019 году 16 статей опубликованы в топ 1% высокорейтинговых научных журналах по CiteScore (Scopus), рисунок 7.

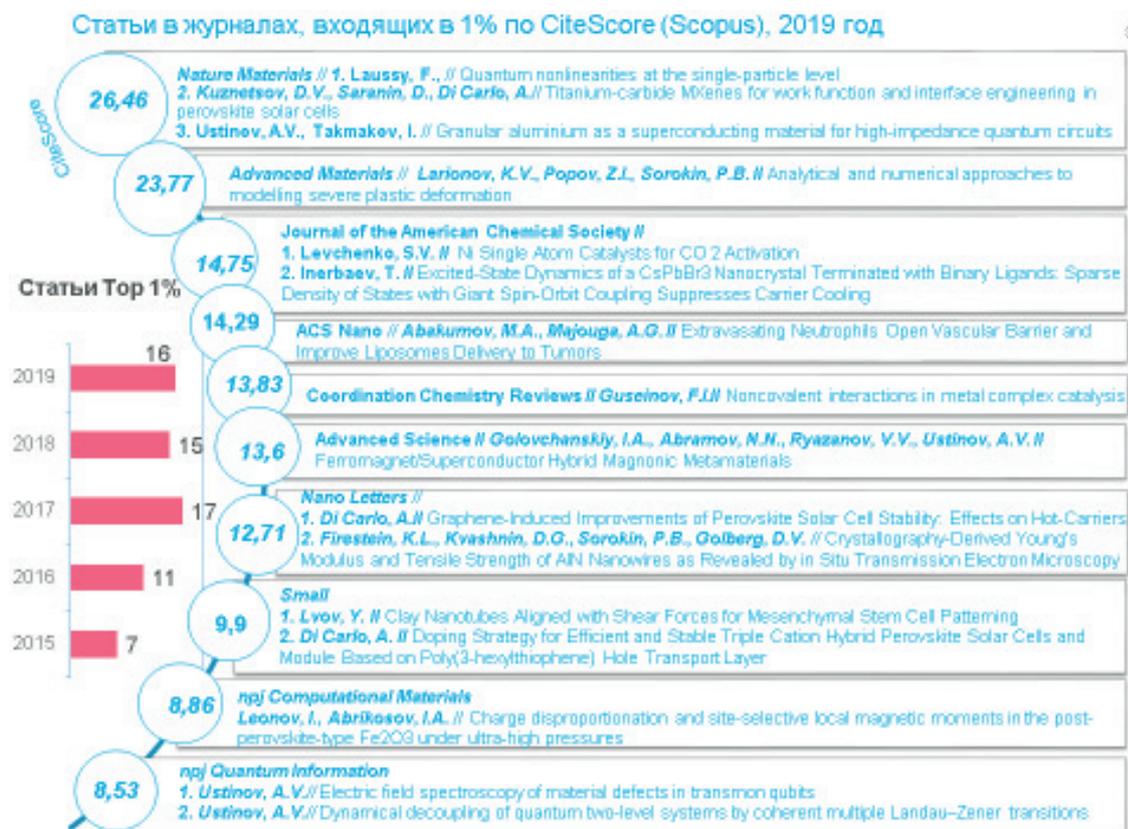


Рисунок 7 – Статьи в журналах, входящих в 1% по SNIP (Scopus), 2019 год

В целом в НИТУ «МИСиС» на постоянной основе работает более 700 научных сотрудников, 90 из которых имеют индекс Хирша свыше 20. Многие работы НИР НИТУ «МИСиС» высоко оценены мировым научным сообществом. заведующий кафедрой строительства подземных сооружений и горных предприятий Александр Панкратенко удостоен премии Правительства Российской Федерации 2019 года в области науки и техники за разработку и внедрение высокоэффективной технологии строительства линейных объектов метрополитена, сотрудник лаборатории перспективной солнечной энергетики Артур Иштеев, Данила Саранин и Дмитрий Муратов стали лауреатами ежегодной премии Правительства Москвы молодым ученым в области науки и инноваций за 2019 год за разработку новых тонкопленочных перовскитных оптоэлектронных устройств.

Результаты работ исследователей НИТУ «МИСиС» высоко оценены мировым научным сообществом, что подтверждается публикациями в ведущих изданиях, в т.ч. журналах группы Nature. Например, результаты исследования международного коллектива с участием ведущих ученых НИТУ «МИСиС», Андрея Голутвина и Сергея Диденко опубликованные в июне 2019 в журнале Physical Review Letters (статья «Observation of a Narrow Pentaquark State, Pc(4312)<sup>+</sup>, and of the Two-Peak Structure of the Pc(4450)<sup>+</sup>») по данным Altmetric (<https://www.altmetric.com>) была упомянута в СМИ 182 раза, статья ведущего ученого НИТУ «МИСиС», заведующего лабораторией « » Игоря Абрикосова «Penta- and hexa-coordinated beryllium and phosphorus in high-pressure modifications of CaBe<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>8</sub>», опубликованная в журнале Nature Communications в июне 2019 года упомянута 143 раза. Nature Index НИТУ «МИСиС» за период 1 декабря 2018 –

30 ноября 2019 составил 79, наибольшее число статей (67) опубликовано в категории «Физика» (по данным сайта <https://www.natureindex.com>).

Уникальная инновационная площадка, созданная в нашем университете, компетенции и кадры мирового уровня, позволяют нам из года в год добиваться высоких результатов научно-исследовательской деятельности, подтверждая статус ведущего материаловедческого, металлургического и горного вуза со столетней историей.

**Контакты**

Проректор по науке и инновациям Филонов Михаил Рудольфович

Тел.: +7 499 237-22-25

Е-mail: [filonov@misis.ru](mailto:filonov@misis.ru)

# ИНСТИТУТ ЭКОТЕХНОЛОГИЙ И ИНЖИНИРИНГА

**Травянов Андрей Яковлевич**  
Директор института,  
кандидат технических наук



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

В состав института входят 10 кафедр, 6 научно-исследовательских лабораторий и центров. Начиная с 2014 года в рамках реализации Программы повышения конкурентоспособности 5/100 созданы и успешно функционируют 4 лаборатории с участием научных коллективов института:

– Разделение и концентрирование в химической диагностике функциональных материалов и объектов окружающей среды под руководством приглашенного ученого Федотова П.С.;

– Перспективные энергоэффективные материалы под руководством приглашенного ученого Иноуэ Акихиса;

– Лаборатория нанохимии и экологии под руководством приглашенного ученого Кустова Л.М.;

– Гибридные аддитивные технологии под руководством приглашенного ученого Смурова И.Ю.

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

– металлургические технологии;

– литейное производство;

– энергоэффективные процессы и оборудование;

– обработка металлов давлением.

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

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

– Высокоэффективные технологии в металлургии цветных, редких и благородных металлов

– Сертификация и аналитический контроль, техносферная безопасность

– Ресурсосберегающие технологии получения чугуна, стали и ферросплавов

– Новые сплавы цветных металлов, физическое моделирование термомеханических процессов

– Термохимия материалов

– Энергоэффективные технологии и термическое оборудование на металлургических предприятиях

– Новые технологии порошковой металлургии и функциональных покрытий

– Аддитивные технологии производства металлических изделий

– Компьютерные литейные технологии при производстве высокоточных сложнофасонных деталей

– Технологии пластической деформации металлов, трубное производство, инжиниринг технологического оборудования.

– Эффективная утилизация промышленных и бытовых отходов

**Общий объем финансирования госбюджетных и хоздоговорных работ, выполненных в ЭкоТех в 2019 г. составил 356 млн. руб.**

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

– проект на сумму 170 млн. руб. направлен на разработку и внедрение технологии изготовления облегченных лопаток для перспективных газотурбинных двигателей и станций перекачки нефти и газа. Инициатор - ПАО «ОДК-УМПО». Срок реализации – 2017-2019 г.г.

– проект на сумму 197 млн. руб. направлен на создание производства локально армированных деталей из титановых сплавов, работающих в условиях повышенных нагрузок и температур, для перспективных авиационных газотурбинных двигателей. Инициатор - ПАО «ОДК-УМПО». Срок реализации – 2019-2021 г.г.

– проект на сумму 215 млн. руб. направлен на разработку технологии производства уникальных литых деталей из сплавов цветных металлов для летательных аппаратов на базе цифровых технологий и применения перспективных импортозамещающих материалов с целью повышения конкурентоспособности отечественного авиастроения. Инициатор – ОАО АК «Рубин». Срок реализации – 2019-2021 г.г.

Всего в 2019 году в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» выполнялось 2 проекта:

– разработка иерархических твердых сплавов с повышенной трещиностойкостью и износостойкостью на основе отечественных крупнозернистых порошков карбида вольфрама с особо однородной структурой и наномодифицированной связкой для нового поколения породоразрушающего инструмента, работающего в условиях Арктики. Срок реализации – 2017-2020 г.г.

– разработка технологий создания внутрикостных имплантатов с биополимерным покрытием на основе сверхупругих титановых сплавов. Срок реализации – 2017–2020 г.г.

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.

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

Среди структурных подразделений НИТУ «МИСиС» в 2019 году по результатам рейтинга кафедр в первую десятку вошли 5 подразделений института ЭкоТех: кафедра металловедения цветных металлов, кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий, кафедра

обработки металлов давления, кафедра литейных технологий и художественной обработки материалов, кафедра цветных металлов и золота. Лидером рейтинга кафедр за 2019 год стала кафедра металловедения цветных металлов.

Количество публикаций, входящих в базы Web of Science и Scopus - 400 шт. Общее количество выставок и конференций, в которых сотрудники ЭкоТех приняли участие, составляет более 170 шт. Студенты и сотрудники ЭкоТех являются победителями в различных конкурсах и выставках, таких как Lexus Design Award, Всероссийский инженерный конкурс «ВИК-2019», программа «УМНИК», Международная выставка изобретений и технологий INOVA 2019, Международная выставка «Идеи – Изобретения – Новые Продукты» iENA-2019, Франко-русский форум «Индустрия Будущего».

### **Контактная информация**

**Тел.:** (499) 236-88-45

**E-mail:** trav@misis.ru

## КАФЕДРА ИНЖИНИРИНГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

**Горбатюк Сергей Михайлович**

Заведующий кафедрой,  
доктор технических наук, профессор



### Общая информация о кафедре

Основными задачами научной деятельности кафедры является решение фундаментальных и прикладных проблем, связанных с разработкой и исследованием оборудования и технологий для обработки материалов, переработки и обогащения минерального сырья и отходов производств, с целью улучшения качества продукции и повышения надежности машин.

### Основные научные направления деятельности кафедры

- разработка теоретических основ проектирования технологических линий и аппаратных комплексов по производству прецизионных, композиционных и нано – материалов для новых отраслей науки и техники;
- повышение эксплуатационной надежности деталей машин и инструмента на основе совершенствования и создания комплекса лазерных и газотермических технологий;
- применение систем автоматизированного проектирования и 3-D моделирования для создания перспективных конструкций машин и аппаратов металлургического производства, преимущественно для получения тугоплавких и редких металлов, порошковых, композиционных и наноматериалов;
- разработка и исследование машин и оборудования для переработки и обогащения минерального сырья и отходов производств;
- исследование процессов деформации материалов с изменяемыми свойствами при различных термомеханических режимах с целью оптимизации процессов;
- проведение теоретических и практических исследований для обоснования рациональных параметров системы колесо – рельс карьерных локомотивов в режиме тяги;
- участие в комплексном решении научно-технической проблемы: «Повышение тяговой способности промышленного железнодорожного транспорта с использованием запатентованных НИТУ «МИСиС» технических решений»;
- разработка и внедрение экологически безопасных транспортных технологий, способствующих развитию и освоению минерально-сырьевых ресурсов Арктики и континентального шельфа Российской Федерации;
- разработка инновационных робототехнических систем.



### Кадровый потенциал подразделения

На кафедре работают 5 профессоров; 10 доцентов; 3 старших преподавателя, 3 ассистента; 1 заведующий лабораторией. 1 инженер, 2 учебных мастера. 1 лаборант.

Из них: 5 докторов технических наук, 9 кандидатов технических наук, 1 заведующий кафедрой. На кафедре обучаются 8 аспирантов.

Круг научных интересов аспирантов каф. ИТО весьма широк и связан не только с горно-металлургической тематикой. В 2019 г. в рамках договоров подряда выполнены следующие работы.

– Анализ известных конструкций беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и разработка системы автоматического управления БПЛА.

– Анализ методов определения энергетического состояния поверхностных слоев сопрягаемых деталей машин.

– Исследование параметров цветной лазерной маркировки металлических поверхностей.

– Исследован процесс осаждения пылеобразных частиц в процессе прохождения ими электростатических полей. Обоснована актуальности использования электрофильтров в процессах промышленной очистки воздуха.

– Анализ состава основных загрязнителей сточных вод металлургических предприятий и оборудования, используемого для их очистки.

**Общий объем финансирования научно-исследовательских хозяйственных работ в 2019 году составил 1,5 млн. руб.** Кафедра выполняла 5 хозяйственных НИР.

**Наиболее крупным проектом, выполненным в 2019 г.** стала разработка и реализация программы подготовки магистров для Выксунского металлургического завода по направлению подготовки: 15.04.02 «Технологические машины и оборудование», профиль «Инжиниринг технологических машин и оборудования (ремонт)». Объем финансирования 5 млн руб. Темы выпускных квалификационных работ магистров отличались особой актуальностью. Результаты многих из них были внедрены в производство в 2019 г. в процессе обучения в магистратуре.

#### **Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2019 г.**

– Разработана технология горячего прессования для производства металломатричных композиционных материалов на основе алюминия.

– Разработан метод визуализации процесса формирования гнутых профилей.

– Исследована кинематика упругопластической деформации для полых стальных профилей, используемых в устройствах поглощения энергии.

– Изучено влияние конструктивных особенностей доменной фурмы на газовую динамику и теплообмен доменного процесса.

– Изучено влияние шероховатости рабочих поверхностей системы колесо - рельс для локомотивов, работающих в открытых карьерах.

– Предложены технические решения, направленные на совершенствование приводов технологического оборудования.

– Исследованы колебательные процессы в грохотах и экспериментально определены коэффициенты сопротивления сдвигу для сыпучих материалов.

– Исследована динамика элементарного дифференциала, звеньями которого являются упругие тела.

– Совместно с ДонНТУ выполнены исследования, направленные на совершенствование системы выпуска газов на литейных электропечах, с помощью разработанной модели усовершенствована конструкции газоотводной системы цеха литейного цеха.

#### **Подготовка специалистов высшей квалификации**

В 2019 г. На кафедре ИТО защитили научные квалификационные работы два аспиранта по направлению подготовки 15.06.01 «Машиностроение» и один – по направлению подготовки 22.06.01 «Технологии материалов».

#### **Основные публикации**

1. Поляков Ю.А. Расчёты на прочность при ударных нагрузках: монография. – Махачкала: Издательство «Апробация», 2019. – 62 с.

2. Чиченев Н.А. Надежность технологических машин: учебник. М.: Изд. дом «МИСиС», 2019. – 392 с.

3. Бусыгин А.М. Прикладная механика: учебник. М.: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 156 с.

4. Технологии и машины обработки давлением: учебник / С.М. Горбатюк, А.А. Герасимова, О.А. Кобелев, Б.Ф. Белелюбский – М. : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 219 с.

5. Строительная механика: учебник / В.Е. Кондратенко, С.М. Горбатюк, В.В. Девятьярова. – М.: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 192 с

6. Efremov D.B., Gerasimova A.A., Gorbatyuk S.M., Chichenev N.A. (2019) Study of kinematics of elastic-plastic deformation for hollow steel shapes used in energy absorption devices. CIS Iron and Steel Review 18:30-34. DOI: 10.17580/cisisr.2019.02.06

7. Gorbatyuk, S.M., Romanov, S.P., Morozova, I.G. Computer Simulation of the Cooling System for Rollers of the Finishing Stand of a Wide-Strip Hot-Rolling Mill and the Development of a New Scheme of Cooling 2019) Metallurgist, 63 (7-8), pp. 836-840.

8. Osadchii, V.A., Gorbatyuk, S.M., Filippov, D.I., Kuprienko, N.S. Development of a Method for the Visualization of the Process of Forming of Curved Profiles in the Software Used for the Numerical Analyses of the Roll Passes (2019) Metallurgist, 63 (5-6), pp. 658-664.

9. Radyuk, A.G., Gorbatyuk, S.M., Tarasov, Y.S., Titlyanov, A.E., Aleksakhin, A.V. Improvements to Mixing of Natural Gas and Hot-Air Blast in the Air Tuyeres of Blast Furnaces with Thermal Insulation of the Blast Duct (2019) Metallurgist, 63 (5-6), pp. 433-440.

10. Gorbatyuk, S.M., Pashkov, A.N., Zarapin, A.Y., Bardovskii, A.D. Development of Hot-Pressing Technology for Production of Aluminum-Based Metal-Matrix Composite Materials (2019) Metallurgist, 62 (11-12), pp. 1261

11. Gorbatyuk, S., Kondratenko, V., Sedykh, L. Influence of critical speed when working shafts with symmetrically located monolithic weighting on the accuracy of work surfaces

12. (2019) Materials Today: Proceedings, 19, pp. 2361-2364.

13. Gorbatyuk, S., Kondratenko, V., Sedykh, L. Influence of critical speed when working shafts with asymmetrically located monolithic weighting on the accuracy of work surfaces (2019) Materials Today: Proceedings, 19, pp. 2117-2120.

14. Efremov, D.B., Gerasimova, A.A., Gorbatyuk, S.M., Chichenev, N.A. Study of kinematics of elastic-plastic deformation for hollow steel shapes used in energy absorption devices (2019) CIS Iron and Steel Review, 18, pp. 30-34.

15. Gorbatyuk, S.M., Tarasov, Y.S., Levitskii, I.A., Radyuk, A.G., Titlyanov, A.E. Effect of a ceramic insert with swirler on gas dynamics and heat exchange in a blast furnace tuyere (2019) Izvestiya Ferrous Metallurgy, 62 (5), pp. 337-344.

16. Eron'ko, S.P., Gorbatyuk, S.M., Tkachev, M.Y., Oshovskaya, E.V. Improving the Gas-Exhaust System at Foundry Electrofurnaces (2019) Steel in Translation, 49 (1), pp. 7-12.

17. Eron'ko, S.P., Gorbatyuk, S.M., Tkachev, M.Y., Oshovskaya, E.V. Design improvement and operation modeling of eaf gas exhaust system of a foundry shop (2019) Izvestiya Ferrous Metallurgy, 62 (1), pp. 34-41.

18. Keropyan, A.M., Gorbatyuk, S.M., Bibikov, P.Y., Bardovski, A.D. Influence of Roughness of Working Surfaces of the Wheel-Rail System of Open-Pit Locomotives with an Implementable Adhesion Coefficient

19. (2019) Journal of Friction and Wear, 40 (1), pp. 73-79.

20. Bardovsky, A.D., Gerasimova, A.A. Analysis of drive mechanism of side-to-side moving flexible blade (2019) Mining Informational and Analytical Bulletin, 2019 (7), pp. 132-139.

21. Bardovsky, A.D., Gerasimova, A.A., Basyrov, I.I. Study of oscillating process of harp screens (2019) Lecture Notes in Mechanical Engineering, 0 (9783319956299), pp. 133-139.

22. Slobodyanik, T.M., Balakhnina, E.E. Dynamics of elementary differential composed of elastic bodies (2019) Mining Informational and Analytical Bulletin, 2019 (9), pp. 204-210.

#### **Основные научно-технические показатели**

Опубликовано статей - 43

в том числе: в российских научных журналах из списка ВАК – 21;

в научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science и Scopus- 18;

монографий – 1;

объектов интеллектуальной собственности – 3;

конференций – 5;

аттестованных методик – 1;

премий и наград за научно-инновационные достижения – 3;

единиц уникального оборудования – 2.

#### **Контактные реквизиты кафедры**

**Горбатук Сергей Михайлович** – заведующий кафедрой, д-р техн. наук, профессор

**Тел./факс:** (499) 230-25-47

**E-mail:** gorbatuism@misis.ru, sgor02@mail.ru

## КАФЕДРА ЛИТЕЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

**Белов Владимир Дмитриевич**

Заведующий кафедрой,

доктор технических наук, профессор

Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации,

действительный член Российской академии естественных наук



### Информация о кафедре

«Литейные технологии и художественная обработка материалов» – название одной из старейших кафедр университета НИТУ «МИСиС», известной среди высших учебных заведений России и мира в области подготовки инженеров-металлургов с 1930 г. по профилям:

- «Технология литейных процессов»;
- «Жидкофазные технологии соединения материалов»;
- «Инновационные литейные технологии»;
- «Прецизионное, художественное литье, обработка и оценка изделий»;
- «Новые материалы и цифровые технологии литья металлов»;
- «Технология художественной обработки материалов»;

– Диагностика, получение и обработка ювелирных изделий и материалов», а также исследователей, преподавателей-исследователей по направлению 22.06.01 «Технологии материалов», профиль «Литейные технологии и перспективные материалы».

Кафедра обладает 16 лабораториями, оснащенными современным специальным оборудованием для качественного проведения учебного процесса и глубоких научных исследований процессов плавки, литья, кристаллизации и затвердевания металлов и сплавов, а также собственной учебно-производственной базой, которая функционирует под эгидой Инжинирингового центра «Литейные технологии и материалы» (ИЦ «ЛТМ») и имеет опытную производственную площадку, позволяющую проводить масштабные эксперименты и получать инновационные продукты мирового уровня.

Обучение студентов проводится в очной форме по трехуровневой системе: в бакалавриате, магистратуре и аспирантуре по следующим направлениям и профилям:

#### **Бакалавриат:**

Направление 22.03.02 «Металлургия»:

Профиль «Технология литейных процессов».

Направление 29.03.04 «Технология художественной обработки материалов»:

Профиль «Технология обработки драгоценных камней и металлов».

#### **Магистратура:**

Направление «22.04.02 Металлургия»:

Профиль «Жидкофазные технологии соединения материалов»;

Профиль «Инновационные литейные технологии»;

Профиль «Прецизионное, художественное литье, обработка и оценка изделий»;

Профиль «Новые материалы и цифровые технологии литья металлов»;

Профиль «Диагностика, получение и обработка ювелирных изделий и материалов».

#### **Аспирантура:**

Направление 22.06.01 «Технологии материалов»:

Профиль «Литейные технологии и перспективные материалы».

Кафедра участвует в работе Российской ассоциации литейщиков (РАЛ), Всемирного Конгресса литейщиков, международных конференций и симпозиумов. Соавторами научных докладов становятся студенты и аспиранты. Наиболее одаренные студенты имеют возможность стажировки в ведущих металлургических ВУЗах за рубежом.

Со времени создания в Высшей школе учебно-методических объединений кафедра ЛТиХОМ является координатором учебно-методической работы всех кафедр литейного профиля России, а также поддерживает товарищеские и деловые отношения с коллегами не только из России, но и ближнего и дальнего зарубежья, дорожит их доверием и готова ко взаимовыгодному сотрудничеству.

Кафедра ЛТиХОМ постоянно расширяет свои возможности в области научных исследований, для чего производится планомерное обновление научно-исследовательского оборудования, и программных продуктов, направленное в настоящее время на усиление, прежде всего, материаловедческой составляющей, что позволяет вести научные исследования на современном уровне и вступать в коллаборацию с другими научными коллективами.

#### **Основные научные направления**

– Развитие теории и внедрение инновационных литейных процессов применительно к авиационному, 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;

– Теория и практика получения литейных форм и стержней с использованием аддитивных технологий (3D печать);

– Разработка новых металлических материалов для применения в биотехнологиях и медицине.

#### **Кадровый потенциал**

В настоящее время на кафедре работают 32 сотрудника, в их числе 3 профессора, 9 доцентов, 4 старших преподавателя, 3 ассистента, среди которых 4 доктора технических наук, 14 кандидатов технических наук, а также аспиранты и магистранты.

**Общий объем финансирования научно-исследовательских опытно-технологических и опытно-конструкторских работ в 2019 г. составил 56042269,99 руб.**

#### **Наиболее крупные проекты, выполнявшиеся кафедрой в 2019 г.:**

1. Договор № 002180 от 31.01.2017 г. на выполнение научно-исследовательской, опытно-технологической и опытно-конструкторской работы с ПАО «Кузнецов»,

г. Самара на тему: «Создание современной технологии производства уникальных крупногабаритных магниевых отливок для промышленных газотурбинных двигателей энергетических установок и станций перекачки газа в условиях действующего авиастроительного предприятия, основанной на использовании отечественных технологий и материалов».

Объем финансирования в 2019 г. – 30 000 000 руб.

2. Договор № 668/218-11 от 20.09.2019 г. на выполнение научно-исследовательской, опытно-технологической и опытно-конструкторской работы с ПАО АК «Рубин»,

Московская обл., г. Балашиха, на тему: «Разработка технологии производства уникальных литых деталей из сплавов цветных металлов для летательных аппаратов на базе цифровых технологий и применения перспективных импортозамещающих материалов с целью повышения конкурентоспособности отечественного авиастроения».

Объем финансирования в 2019 г. – 15 000 000 руб.

#### **Важнейшие научно-технические достижения кафедры в 2019 г.**

– В результате выполнения работ по созданию современной технологии производства уникальных крупногабаритных магниевых отливок для промышленных газотурбинных двигателей энергетических установок и станций перекачки газа в условиях действующего авиастроительного предприятия, основанной на использовании отечественных технологий и материалов на ПАО «Кузнецов» создан и запущен в промышленную эксплуатацию участок бесфлюсовой плавки магниевых сплавов на установке, предназначенной для получения крупногабаритных магниевых отливок авиационного назначения.

– Разработан и передан в промышленную эксплуатацию на ПАО «Кузнецов» технологический процесс получения магниевых отливок ответственного назначения. Данная технология демонстрировалась на выставке МАКС-2019.

– Совместно с компанией LG (Корея) разработан и запатентован на территории Кореи, США и ЕС магниевый сплав с высокой теплопроводностью для использования в электронной аппаратуре.

– Совместно с лабораторией «Гибридные наноструктурные материалы» НИТУ «МИСиС» получены образцы биоразлагаемых магниевых сплавов, обработанных методом РКУП, пригодные для изготовления биоразлагаемых имплантов.

Сотрудниками кафедры в 2019 г. было издано 12 пособий, опубликовано 3 патента, 22 статьи в журналах, входящих в международные базы WoS, Scopus, более 20 статей в российских научных журналах ВАК и РИНЦ.

**Основные публикации:**

1. Influence of Atomic and Molecular Hydrogen in Silumins Melts on Their Mechanical Properties / Varanov, V.N., Deev, V.B., Partyko, E.G., (...), Yur'ev, P.O., Prusov, E.S. // Metallurgist. – Volume 63, Issue 5-6. – 1 September 2019. – Pages 521-528

2. 10.1007/s11015-019-00852-5

3. Effect of Ca and Zn alloying on the structure and properties of Al – 2.5%mg alloy / Naumova, E.A., Petrzhik, M.I., Shurkin, P.K., Sokorev, A.A. // Non-ferrous Metals. – Volume 46, Issue 1. – 2019. – Pages 22-27

4. 10.17580/nfm.2019.01.04

5. Development of the Composition of a Magnesium Alloy for the Fabrication of Temporal Sealing Facilities Used in the Petroleum Industry / Rakoch AG, Predein NA, Gladkova AA, Koltygin AV, Vorozhtsova VV // Russian Journal of Non-Ferrous Metals. – July 2019. – Volume 60, Issue 4. – pp 401–407

6. 10.3103/S1067821219040126

7. Effects of small additions of Zn on the microstructure, mechanical properties and corrosion resistance of WE43B Mg alloys / Koltygin AV, Bazhenov VE, Khasenova RS, Komissarov AA, Bazlov AI, Bautin VA // International Journal of Minerals, Metallurgy, and Materials. – July 2019. – Volume 26, Issue 7. – pp 858–868

8. 10.1007/s12613-019-1801-1

9. Effect of scrap using in charge on the structure and properties of Zhs6U nickel-based superalloy. Part 1. microstructure analysis and phase composition of zhs6u alloy prepared with scrap / Koltygin A., Bazhenov V., Bazlov A., Bazlova T., Belov V. // Izvestiya Ferrous Metallurgy. – Volume 62, Issue 5. – 2019. – Pages 360-365

10. 10.17073/0368-0797-2019-5-360-365

11. Effect of scrap using in charge on the structure and properties of ZHS6U nickel-based superalloy. Part 2. Macrostructure analysis and mechanical properties of ZHS6U prepared with scrap / Koltygin, A.V., Bazhenov, V.E., Bazlov, A.I., Bazlova, T.A., Belov, V.D. // Izvestiya Ferrous Metallurgy. – Volume 62, Issue 7. – 2019. – Pages 525-530

12. Application of Liquid Glass Mixtures with Improved Knocking-Out Ability in Castings Production for Railway Transport / Svinoroev Y, Batyshev K, Deev V, Semenov K, Bykadorov V, Prusov E // Archives of Foundry Engineering. – 2019. – vol. 19, No 3. – Pages 27-32

13. 10.24425/afe.2019.127134

14. Influence of a Magnetic Field on Structure Formation during the Crystallization and Physicomechanical Properties of Aluminum Alloys / Vdovin KN, Dubsky GA, Deev VB, Egorova LG, Nefediev AA, Prusov ES // Russian Journal of Non-Ferrous Metals. – Volume 60, Issue 3. – 1 May 2019. – Pages 247-252

15. 10.3103/S1067821219030155

16. Computer Simulation of Mannesmann Piercing of Aluminium Alloy Ingots / Skripalenko, M.M., Romantsev, B.A., Bazhenov, V.E., (...), Savonkin, M.B., Gladkov, Y.A. // Russian Journal of Non-Ferrous Metals. – Volume 60, Issue 1. – 1 January 2019. – Pages 27-34

17. 10.3103/S1067821219010127

18. Nonmetallic Inclusions in Alloys of the Fe – Co – Ni – Cu – Al – Ti System with Hafnium and Niobium / Belyaev, I.V., Bazhenov, V.E., Moiseev, A.V. // Metal Science and Heat Treatment. – Volume 60, Issue 11-12. – 15 March 2019. – Pages 795-801

19. 10.1007/s11041-019-00358-6

20. Control over the Porosity of Plasma Sprayed Aluminum Oxide Parts by Heat Treatment / Stepanov, A.A., Belyaev, I.V., Bazhenov, V.E., Pavlov, A.A., Kireev, A.V. // Inorganic Materials. – Volume 55, Issue 12. – 1 December 2019. – Pages 1214-1222

21. 10.1134/S002016851911013X

22. Investigation into the Surface Layer Composition Formed on the M119 (Mg–Nd–Y–Zn–Zr) Magnesium Alloy during Melting under Protective Gas Atmospheres / Bazhenov, V.E., Koltygin, A.V., Titov, A.Y., Rizhskiy, A.A., Belov, V.D. // Russian Journal of Non-Ferrous Metals. – Volume 60, Issue 6. – 1 November 2019. – Pages 652-661

**Контактные реквизиты кафедры**

**Адрес:** Ленинский проспект, д. 6, корпус «А»

**Тел.:** +7 (495) 951-17-25 – заведующий кафедрой Белов В.Д. (аудитория А-105);

+7 (495) 638-46-37 – ученый секретарь Титов А.Ю. (аудитория А-124).

**E-mail:** titov.ay@misis.ru, miteva.ld@misis.ru

## КАФЕДРА МЕТАЛЛОВЕДЕНИЯ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

**Солонин Алексей Николаевич**

Заведующий кафедрой, кандидат технических наук



### Общая информация о кафедре

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. Просвираков 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

На кафедре работают:

- 1 профессор,
- 7 доцентов,
- 2 старших преподавателя,
- 4 ассистента,
- 7 научных сотрудников,
- 20 инженеров.

Из них: 2 доктора наук, 19 кандидатов наук.

На кафедре обучаются 16 аспирантов, в том числе 5 из стран дальнего зарубежья.

В рамках реализации Программы повышения конкурентоспособности НИТУ «МИСиС» среди международных научно-образовательных центров на кафедре успешно реализуется проект № К2-2017-089 по теме «Применение методов термомеханической обработки для пластификации высокопрочных аморфных сплавов/металлических стекол» под руководством ведущего ученого – профессора университета Тохоку Лузгина Д.В.

### Общий объем финансирования научно-исследовательских работ (госбюджет, х/д)

На кафедре выполнено более 10 научно-исследовательских работ на общую сумму около 27 млн. рублей, в том числе 7 грантов РФ. Коллектив кафедры задействован в реализации и успешном завершении проекта по созданию высокотехнологичного производства по теме «Создание материалоеффективного производства порошков алюминиевых сплавов и разработка аддитивных технологий изготовления деталей систем управления авиационной техники» (объем финансирования в 2019 году – 100 млн. рублей).

### Наиболее крупные проекты, выполненные в 2019 г.

1. Грант РФ по теме «Неоднородные структурные состояния в сплавах на основе железа с магнитомеханическим взаимодействием: корреляция физических и инженерных свойств».
2. Грант РФ по теме «Разработка физико-математических моделей разрушения и структурообразования в стали для создания передовых технологий пластической деформации».

3. Грант РФФИ по теме «Ультрамелкозернистые «магналии» со структурой композиционного типа, обладающие повышенной прочностью и высокоскоростной сверхпластичностью».

**Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2019 г.**

1. Установлена кластеро-подобная структура распределения упорядоченных фаз в менее упорядоченной или неупорядоченной матрице Fe-(9-33)Ga. Сделаны оценки размера образующихся кластеров в зависимости от содержания Ga. Приведены подробные данные о поведении параметра элементарной ячейки в зависимости от концентрации Ga. В A2 структуре как двойных Fe-Ga, так и тройных Fe-Ga-Tb сплавов обнаружены  $D0_3$  и модифицированная- $D0_3$  ( $m-D0_3$ ) упорядоченные нано-включения. При концентрации галлия выше 19%Ga, объемная доля  $m-D0_3$  включений понижается, что коррелирует со снижением константы насыщения магнитострикции. В тройных сплавах системы Fe-Ga-Tb область существования  $m-D0_3$  нано включений расширена до концентрации 27%Ga. Допирование Fe-Ga сплавов 0.2%Tb увеличивает плотность  $m-D0_3$  нано-включений, увеличивая магнитострикцию тройных сплавов по сравнению с двойными. В совокупности, полученные сведения позволили обосновать существование корреляции между величиной константы магнитострикции сплавов и степенью их упорядоченности.

2. Определена первая и вторая критические скорости охлаждения сплава типа Fe-27Ga по отношению к превращению между метастабильными и равновесными фазами. Впервые построена ТТТ (температура-время-превращение) диаграммы распада. Анализ кинетики образования равновесной фазы  $L1_2$  при изотермической выдержке выполнен в рамках подхода Джонсона-Мела-Аврами-Колмогорова.

3. Исследовано влияние циркония на структуру и механизмы упрочнения новых квази-бинарных сплавов на основе систем Al-Cu-Y и Al-Cu-Er. Сплавы имеют узкий интервал кристаллизации, высокую термическую стабильность, упрочняются термической обработкой и являются перспективными для создания на их основе новых литейных и деформируемых жаропрочных материалов. Предложены новые малолегированные алюминиевые сплавы Al-Y-Sc, сочетающие высокую прочность, термическую стабильность и электропроводность.

4. Разработаны сверхпластичные магналии со структурой композиционного типа, обладающие повышенной прочностью и сверхпластичностью при скорости деформации до  $0,05 \text{ с}^{-1}$ . Показана эффективность использования всесторонней изотермическойковки для сплавов данного типа - при меньшей степени деформации наличие эвтектической составляющей позволяет повысить однородность зеренной структуры в сплавах.

5. Для нескольких промышленных титановых сплавов разработаны математические модели, в т.ч. учитывающие параметры микроструктуры сплавов, позволяющие предсказывать значения напряжения течения при разных режимах сверхпластической деформации с ошибкой менее 10%. Разработан режим сверхпластической формовки для листов сплава VT14 с повышенной долей пластинчатой структуры, обеспечивающий существенное уменьшение разнотолщинности по сечению осесимметричной модельной детали.

6. На основе экспериментальных зависимостей напряжения течения от степени, температуры и скорости деформации, а также по результатам растяжения при повышенной температуре построены математические модели деформации и разрушения аустенитных и феррито-мартенситных сталей в процессе горячей пластической деформации с возможностью их реализации методом конечных элементов.

7. Разработана технология селективного лазерного плавления и термической обработки деталей, произведенных из алюминиевых порошков на основе систем Al-Mg, Al-Si и Al-Ce-Cu, обеспечивающих высокий уровень механических свойств (для сплава системы Al-Ce-Cu  $\sigma_{0,2} = 440 \text{ МПа}$ ,  $\sigma_B = 500 \text{ МПа}$ ,  $\delta = 5 \%$ ).

8. Проводятся исследования по влиянию технологических параметров процесса 3D печати экструдированием полимерных материалов на прочность получаемых изделий. Показана возможность значительного (до двукратного) увеличения прочности изделия за счет настройки температурно-скоростных параметров печати. Рассмотрено влияние конструктивных особенностей наиболее распространенных типов аппаратов для 3D печати экструдированием полимеров на прочность межслойного соединения в изделиях. Разработан, изготовлен и протестирован новый 3D принтер, позволяющий увеличить скорость печати без потери производительности и снижения прочности изделий.

### **Подготовка специалистов высшей квалификации**

В 2019 году на кафедре были подготовлены к защите и успешно защищены 7 диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук:

1. Яковцева О.А. Механизмы сверхпластической деформации в сплавах с разным типом микроструктуры.
2. Хомутов М.Г. Структура и свойства жаропрочного никелевого сплава, полученного методом селективного лазерного плавления.
3. Кищик М.С. Формирование микрозеренной структуры в алюминиевом сплаве 1565ч путем термической и термомеханической обработки.
4. Логинова И.С. Исследование формирования структуры в процессе лазерной обработки алюминиевых сплавов, предназначенных для аддитивных технологий.
5. Мочуговский А.Г. Особенности распада твердого раствора и сверхпластичность магналиев, легированных цирконием, марганцем и эрбием.
6. Омар Ахмед Омар Мослех. Сверхпластическая деформация титановых сплавов с разной исходной микроструктурой.
7. Палачева В.В. Влияние состава и режимов термической обработки сплавов на основе системы Fe-Ga на их структуру и функциональные свойства.

### **Основные публикации**

1. Louzguine-Luzgin D., Zadorozhnyy M., Ketov S., Jiang J., Golovin I., Aronin A. Influence of cyclic loading on the structure and double-stage structure relaxation behavior of a Zr-Cu-Fe-Al metallic glass. *Materials Science and Engineering A* 2019 V.742 pp.526-531.
2. Golovin I., Palacheva V., Cifre J., Jiang C. Internal friction in Fe-Ga alloys at elevated temperatures. *Journal of Alloys and Compounds* 2019 V. pp.1257-1263.
3. Mikhaylovskaya A., Kishchik A., Kotov A., Rofman O., Tabachkova N. Precipitation behavior and high strain rate superplasticity in a novel fine-grained aluminum based alloy. *Materials Science and Engineering A* 2019 V.760 pp.37-46.
4. Rofman O., Mikhaylovskaya A., Kotov A., Prosviryakov A., Portnoy V. Effect of thermomechanical treatment on properties of an extruded Al-3.0Cu-1.2Mg/SiCp composite. *Materials Science and Engineering A* 2019 V.739 pp.235-243.
5. Pozdniakov A., Barkov R., Amer S., Levchenko V., Kotov A., Mikhaylovskaya A. Microstructure, mechanical properties and superplasticity of the Al-Cu-Y-Zr alloy. *Materials Science and Engineering A* 2019 V.758 pp.28-35.
6. Mochugovskiy A., Mikhaylovskaya A., Tabachkova N., Portnoy V. The mechanism of L12 phase precipitation, microstructure and tensile properties of Al-Mg-Er-Zr alloy. *Materials Science and Engineering A* 2019 V.744 pp.195-205.
7. Kuznetsov V., Tavitov A., Urzhumtsev O., Mikhalin M., Solonin A. Design and fabrication of strong parts from poly (lactic acid) with a desktop 3D printer: A case with interrupted shell. *Polymers* 2019 V.11, 760.
8. Mochugovskiy A., Tabachkova N., Mikhaylovskaya A. Annealing induced precipitation of nanoscale icosahedral quasicrystals in aluminum based alloy. *Materials Letters* 2019 V.247, 200-203.
9. Greer A., Ivanov Y., Louzguine-Luzgin D., Jiang J., Bazlov A., Zolotarevsky V., Mao H. Phase separation process preventing thermal embrittlement of a Zr-Cu-Fe-Al bulk metallic glass. *Scripta Materialia* 2019 V.167 pp.31-36.

### **Основные научно-технические показатели**

- количество статей в Web of Science и Scopus с исключением дублирования – 70.
- количество заявок на объекты интеллектуальной собственности – 5.
- количество поддерживаемых патентов на объекты промышленной собственности и свидетельств на программы для ЭВМ, базы данных и топологию интегральных микросхем – 14.
- количество выставок, на которых были представлены экспонаты или стенды научных разработок с участием сотрудников кафедры – 2.

### **Контактные реквизиты подразделения**

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

**Тел.:** (499) 236-31-29

**E-mail:** solonin@misis.ru

## КАФЕДРА ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

**Алещенко Александр Сергеевич**  
Заведующий кафедрой,  
кандидат технических наук, доцент



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

- нанотехнологии и новые материалы;
- энергосберегающие технологии.

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

#### Основные научные направления деятельности кафедры

1. Радиально-сдвиговая прокатка высоколегированных металлов и сплавов, титановых и циркониевых сплавов.
2. Технологические процессы и оборудование для производства полых заготовок и труб.
3. Совершенствование технологии и оборудования для производства сварных труб.
4. Математическое моделирование процессов пластической деформации материалов.
5. Развитие теории и технологии термомеханической обработки металлических материалов, управление структурой и получение специальных свойств металлопродукции.
6. Исследование, термомеханическая обработка и применение сплавов с памятью формы. Формирование нанокристаллических структур металлов и сплавов, разработка новых функциональных материалов.

#### Кадровый потенциал кафедры

На кафедре работают:

13 профессоров, 16 доцентов, 5 старших преподавателей, 3 ассистента, 8 научных сотрудников (2 гл.н.с., 2 в.н.с., 4 с.н.с.), 4 эксперта, 1 зав. лабораторией, 30 инженеров, 3 учебных мастера, 3 – лаборанта.

Из них: докторов технических наук – 11, кандидатов технических наук – 19.

На кафедре обучаются 28 аспирантов.

#### Важнейшие научно-технические достижения кафедры в 2019 г.

1) Разработана и опробована в условиях АО «ПНТЗ» технология получения бесшовных горячекатаных труб диаметром 83,0–95,0 мм из непрерывнолитой заготовки диаметром 150 мм. Особенностью, является применение повышенных обжатий по диаметру в раскатном стане винтовой прокатки, позволяющих расширить сортамент трубопрокатного агрегата и увеличить диаметр исходной заготовки.

2) Обоснована принципиальная возможность получения литейных и деформируемых экономнолегированных сплавов на основе кальций-содержащей эвтектики (в том числе с добавками Zr и Sc) с использованием серийного оборудования. Разработаны технологии получения фасонных отливок и деформированных полуфабрикатов (листов, прутков и проволоки) без использования операций гомогенизации и закалки.

3) Исследована стабильность структуры и механических свойств разработанных высокопрочных криогенных немагнитных азотистых сталей 10X19Г10Н6АМ2 и 09X19Г10Н6АМ2Д2

в условиях длительного термоциклирования в интервале  $-100 \div +100$  °С и многоциклового механического нагружения на базе  $N = 106$  циклов,  $\sigma_{\max} = 0,9\sigma_R$  ( $\sigma_R \approx 450$  МПа) Показано, что новые стали после циклического нагружения сохраняют аустенитную структуру и обладают более высокими показателями механических свойств и их большей стабильностью по сравнению с традиционной сталью 04X18H9

4) Разработаны технологические основы комбинированной высокотемпературной термо-механической обработки, включающей радиально-сдвиговую прокатку и ротационную ковку, для получения длинномерных прутков из сверхупругого сплава нового поколения Ti-18Zr-14Nb. Из получаемых прутков, совместно с индустриальным партнером компанией ООО «КОНМЕТ», будут изготовлены низкокомодульные балки для динамических систем транспедикулярной фиксации позвоночника.

**Общий объем финансирования** научно-исследовательских работ в 2019г. составил 34,444 млн. руб.

Всего в 2019 году выполнено 13 хозяйственных работ по заданию предприятий: ПАО «Русполимет»; АО «Первоуральский Новотрубный Завод»; АО «Выксунский металлургический завод»; ООО «НТС-Лидер» и др., а также выполняются (в т.ч. с коллегами из других подразделений) 1 проект ФЦП Минобрнауки РФ, 4 проекта по Госзаданию Минобрнауки РФ, из них 2 проекта по программе Post Doc, 1 грант Президента РФ.

#### **Подготовка специалистов высшей квалификации в 2019 г.**

В 2019 году 5 аспирантов защитили ВКР и получили диплом преподавателя исследователя, 5 аспирантов защитили кандидатские диссертации.

#### **Основные публикации**

##### Статьи:

1. Belov, N., Korotkova, N., Akopyan, T., Tsydenov, K. Simultaneous increase of electrical conductivity and hardness of Al-1.5 wt.% Mn alloy by addition of 1.5 wt.% Cu and 0.5 wt.% Zr // *Metals* 2019 Vol/ 9(12), 12 – 46.
2. Akopyan, T.K., Belov, N.A., Padalko, A.G., Letyagin, N.V. Effect of Hot Isostatic Pressing on the Structure and the Mechanical Properties of an Al-7Si-7Cu Composite Alloy // *Russian Metallurgy (Metally)*, Vol 9, 2019 p 843-849
3. Akopyan, T.K., Belov, N.A., Naumova, E.A., Letyagin, N.V. New in-situ Al matrix composites based on Al-Ni-La eutectic // *Materials Letters*, Vol. 245, 2019, с. 110-113.
4. Akopyan, T.K., Belov, N.A., Padalko, A.G., Letyagin, N.V., Avksent'yeva, N.N. Analysis of the Effect of Hydrostatic Pressure on the Nonvariant Eutectic Transformation in Al-Si, Al-Cu, and Al-Cu-Si Systems // *Physics of Metals and Metallography* Vol. 120 (6), 2019 с 593-599.
5. Budnikov, A.S., Kharitonov, E.A., Aleshchenko, A.S., Iskhakov, R.V. Effect of plugless deformation in screw rolling three-roll mill on the change of tube wall thickness // *Chernye Metally*. Vol 12., 2019/ p. 41-45
6. Aleshchenko, A.S., Budnikov, A.S., Kharitonov, E.A. Metal forming during pipes reduction on a three-high rolling mill // *Izvestiya Ferrous Metallurgy* Vol 62(10), 2019, p. 756-762.
7. Romantsev BA, Kharitonov EA, Budnikov AS, Chong LV, Khyui CB. Screw rolling of pipes in a four-high rolling mill // *Izv Ferrous Metall.* Vol. 62(9), 2019, p. 686-690.
8. Samusev, S.V., Fadeev, V.A. Continuous Shaping of Welded Straight-Seam Pipe in the Open Stands of a Pipe-Welding System // *Steel in Translation*. Vol. 49. Issue 7. 1 July 2019. P. 447-453.
9. Samusev, S.V., Fadeev, V.A. Modeling of longitudinal welded pipe forming in open rolling pass unit of electric weld pipe mill // *Izvestiya Ferrous Metallurgy*. Vol. 62. Issue 7. 2019. P. 531-538.
10. Samusev, S.V., Aleshchenko, A.S., Fadeev, V.A. Simulation of the process of continuous forming of straight-seam welded pipes on the basis of “Tesa 10-50 trainer” // *Izvestiya Ferrous Metallurgy*. Vol. 61. Issue 5. 2018. P. 378-384.
11. Skripalenko, M.M., Romantsev, B.A., Galkin, S.P., Kaputkina, L.M., Skripalenko, M.N. Study of Strain and Structural Peculiarities in Different Stages of Two- and Three-High Screw Rolling // *Steel in Translation*, Vol. 49(10), 2019 p. 709-715.
12. Skripalenko, M.M., Galkin, S.P., Karpov, B.V., et al. Forming Features And Properties Of Titanium alloy Billets after radial-shear rolling. // *Materials*, Vol. 12(19) 3179, 2019, p 1-12.

13. Kadach, M.V., Koshmin, A.N., Gamin, Y.V., Romantsev, B.A. Obtaining steel tubular items of variable crosssection along their length // *Chernye Metally*, Vol. (4), p. 37-41

14. Skripalenko, M.M., Romantsev, B.A., Bazhenov, V.E., et al. Computer Simulation of Mannesmann Piercing of Aluminium Alloy Ingots // *Russian Journal of Non-Ferrous Metals*, Vol. 60(1), 2019, p. 27-34.

**Основные научно-технические показатели**

– количество публикаций: статей – 105, в том числе: в российских научных журналах из списка ВАК – 53, в научных журналах, индексируемых в Web of Science и Scopus - 70;

– количество объектов интеллектуальной собственности – 13;

– количество выставок, на которых были представлены экспонаты или стенды научных разработок с участием сотрудников кафедры - 3;

– количество конференций, в которых участвовали сотрудники кафедры – 13;

– количество премий и наград за научно-инновационные достижения – 10.

**Награды 2019**

– Люльченко К.А., Лакиза В.А., Смолевская Д.Д. – Стипендия Трубной металлургической компании им. А.Д. Дейнеко за успехи в учебной деятельности и научные исследования в области металлургии;

– Лукашевич К.Е., Карелин Р.Д. – Программы поддержки технического образования. Фонда «Арконик» в 2019/2020 учебном году.

– Ашихмин М.А.,

– Мазова Е.П., Кошмин А.Н. – «МЕТАЛЛ-ЭКСПО 2019» премия «Молодые ученые 2019»;

– Карелин Р.Д., Кошмин А.Н., Летягин Н.В. – Конкурс на лучшие проекты фундаментальных научных исследований, выполняемые молодыми учеными, обучающимися в аспирантуре («Аспиранты»);

– Цутурян М.С. – стипендия Президента РФ;

– Шуркин П.К., Дорошенко В.В. – стипендия правительства РФ;

– Летягин Н.В. – стипендия АО «ОДК»;

– Беркеев Р.М, Бахтеев К.Д. – Именная стипендия МетПром им. Е.Ф. Вегмана;

– Комарницкая О.Г. – Стипендия ООО «ПК Стальпрокат».

– Лукашевич К.Е., Мусин А.Ф., Кошмин А.Н., Летягин Н.В. являются обладателями гранта программы «У.М.Н.И.К.»;

**Контакты**

**Алещенко Александр Сергеевич** – заведующий кафедрой ОМД, канд. техн. наук, доцент

**Тел.:** (495) 638-45-73

**E-mail:** [judger85@yandex.ru](mailto:judger85@yandex.ru)

## КАФЕДРА ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ

**Левашов Евгений Александрович**

Заведующий кафедрой,

доктор технических наук, профессор,

почетный доктор Горной Академии Колорадо (США), почетный работник науки  
и высоких технологий РФ, академик РАЕН



### **Задачи и перспективы научной деятельности**

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**

– Разработка и синтез конструкционных, инструментальных, металломатричных, керамических материалов, в том числе дисперсно-упрочненных и дискретно-армированных.

– Получение узкофракционных сферических порошков перспективных составов и аддитивные производственные технологии сложнопрофильных изделий.

– Механическое активирование – как эффективный способ управления кинетикой процессов горения, спекания и свойствами продуктов синтеза.

– Физикохимия межфазных явлений, технологии высокотемпературных композиционных материалов на основе тугоплавких металлов и соединений, методы защиты этих материалов от воздействия агрессивных сред, разработка конструкционных и функциональных материалов на основе углерода общетехнического и специального назначения.

– Теория и технология твердых сплавов и сверхтвердых инструментальных материалов.

– Разработка функциональных покрытий (сверхтвердых, биосовместимых, жаростойких, коррозионностойких, оптически прозрачных) с использованием технологий магнетронного напыления, ионной имплантации, импульсного лазерного осаждения, HIPIMS, электроискрового легирования, терморреакционного электроискрового упрочнения с использованием композиционных мишеней и электродов.

– Создание нового поколения наномодифицированных материалов для ТВЭЛ и ПЭЛ.

### **Кадровый потенциал кафедры**

На кафедре работают: 7 профессоров, 6 доцентов, 3 старших преподавателя, 1 старший научный сотрудник, 3 ведущих эксперта, 2 инженера, 12 лаборантов. Из них: 1 член-корр. РАН, 1 академик РАЕН, 2 академика международной академии керамики, 8 докторов наук, 11 кандидатов наук. На кафедре обучаются 19 аспирантов.

### **Общий объем финансирования научно-исследовательских работ**

Выполнено 10 научно-исследовательских работ, включая проекты ФЦП Минобрнауки РФ, РФФИ, РФФИ, РФФИ, РНФ, хоздоговоры с ООО «Завод технической керамики» и ПАО «Русполимет» на общую сумму 38,658 млн. рублей, в том числе:

1. Конкурс ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы», соглашение о предоставлении субсидии № 14.575.21.0156 от 26.09.2017 «Разработка иерархических твердых сплавов с повышенной трещиностойкостью и износостойкостью на основе отечественных крупнозернистых порошков карбида вольфрама с особо однородной структурой и наномодифицированной связкой для нового поколения породоразрушающего инструмента, работающего в условиях Арктики» на сумму 20 млн. руб. в год.

2. Грант РФФИ по мероприятию «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований отдельными научными группами», проект 19-19-00117 «Перспективные функциональные композиционные материалы и покрытия для высокотемпературных областей применения» на сумму 6 млн. руб. в год.

3. Грант РФФИ по мероприятию «Проведение исследований научными группами под руководством молодых ученых», проект 17-79-20384 «Новое поколение алмазосодержащих материалов с контролируемой гибридной и градиентной структурой» на сумму 5 млн. руб. в год.

#### **Основные научные и технические результаты**

1. Создано новое поколение инструмента (горных резцов) из иерархических твердых сплавов с твердостью 11,9 ГПа, пределом прочности при изгибе 2350 МПа, трещиностойкостью 17,3 МПа·м<sup>0,5</sup>, удельным износом 1,27·10<sup>-4</sup> см<sup>3</sup>/об, размером дисперсных выделений в связке 2-4 нм, повышенным на 50-100% ресурсом на операциях разрушения бетона и гранита. На угольной шахте Кузбасса проведены натурные испытания при пониженных температурах горных резцов, оснащенных крупнозернистыми твердыми сплавами с наномодифицированной связкой, в условиях разрушения пластов песчаника. Износостойкость горных резцов возросла на 55-70% относительно лучших аналогов и зафиксировано снижение сколов резцов на 30%. Новые иерархические сплавы обладают высокой стойкостью к сколу и абразивному износу, что обеспечивается особо однородной структурой сплава и повышенной износостойкостью и трещиностойкостью.

2. Методом СВС получены иерархически структурированные керамики составов ZrB<sub>2</sub>-TaB<sub>2</sub>-TaSi<sub>2</sub>, HfB<sub>2</sub>/ZrB<sub>2</sub>-MoB-MoSi<sub>2</sub> по схемам прямого элементного синтеза и магнийтермического восстановления, а также TaSi<sub>2</sub>-SiC-Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> in situ армированной нановолокнами. Методами динамической дифрактографии и закалки фронта горения исследована стадийность процессов фазо- и структурообразования в волне горения. Изготовлены партии узкофракционных микропорошков гетерофазной керамики. Оптимизированы режимы СВС- компактирования и получены катоды для ионно-плазменного напыления. Получены дискретно-армированные волокнами C<sub>f</sub>/SiC<sub>nf</sub> композиты с керамической матрицей SiC-TaSi<sub>2</sub>, имеющие относительную плотность 98%, твердость 19 ГПа, прочность на изгиб 420 МПа, трещиностойкость 12,5 МПа·м<sup>1/2</sup>. Отработаны режимы осаждения покрытий методом магнетронного напыления на постоянном токе и в режиме HIPIMS с использованием полученных мишеней-катодов из иерархически структурированных керамик ZrB<sub>2</sub>-TaB<sub>2</sub>-TaSi<sub>2</sub>, HfB<sub>2</sub>/ZrB<sub>2</sub>-MoB-MoSi<sub>2</sub> и TaSi<sub>2</sub>-SiC-Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> при варьировании параметров напыления: общее и парциальное давление реакционного газа (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>), напряжение смещения и температура подложек, мощность на магнетроне, дистанция напыления; частота и длительность импульсов; плотность тока при ионной очистке подложек. Проведены параметрические исследования и установлены особенности влияния легирующих элементов, режимов и параметров осаждения на структуру покрытий (размер кристаллитов, период решетки, текстура, морфология и топография и шероховатость поверхности). Измерены механические свойства и упруго-пластические характеристики, стойкость к циклическим ударным нагрузкам, эрозионная стойкость, жаростойкость и термическая стабильность покрытий. Установлена взаимосвязь свойств оптически-прозрачных покрытий с фазовым и элементным составом. Покрытия прошли успешные испытания по окислению на воздухе при температурах до 1500 °С включительно, вследствие образования многослойных поверхностных структур на базе оксидов кремния, гафния и циркония. Введение гафния благоприятно сказалось на стойкости покрытий к абразивным воздействиям, а также ударным воздействиям как при низких (100 Н), так и при высоких нагрузках (600 Н). Обнаружен эффект подавления разрушения при средних температурах отжига 600-800 °С для легированных покрытий. На примере покрытий, осажденных из мишени 20%MoSiB-80%ZrB<sub>2</sub>, установлено, что рост парциального давления азота при напылении приводит к заметному снижению жаростойкости выше 1000 °С. Покрытия из мишени TaZrSiB в зависимости от давления реакционных газов (N<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) обладали твердостью от 15 до 30 ГПа. Высокий уровень оптических свойств (эффект прозрачности >80%) был достигнут для покрытий, нанесенных в азоте, тогда как наиболее высокая жаростойкость обнаружена для нереакционных покрытий. Покрытия, осажденные с использованием мишеней TaSi(C,N), обладали сочетанием высоких механических свойств (твердость 15-25 ГПа), а также высоких значений жаростойкости и коэффициента пропускания (около 90%).

3. Исследованы условия образования самоорганизующихся защитных покрытий на алмазных зернах в процессе спекания с металлической связкой, содержащей наночастицы вольфрама, карбида вольфрама и карбида молибдена. Изготовлены алмазосодержащие материалы с гибридно-наномодифицированными связками, изучена граница раздела «алмаз-металлическая матрица». Оработана методика изготовления образцов, содержащих границу раздела «алмаз-металлическая матрица», для проведения испытаний на растяжение по схеме “push to pull” in situ в колонне ПЭМ с помощью двухлучевого микроскопа. Впервые количественно определено значение силы адгезии связки к алмазному зерну при in situ испытаниях на растяжение ламелей «алмаз-связка» в колонне просвечивающего электронного микроскопа.

#### Подготовка специалистов высшей квалификации

Защищена 1 кандидатская диссертация по специальности 05.16.06 - Порошковая металлургия и композиционные материалы: аспирант Авдеенко Евгений Николаевич, тема: «Разработка нового поколения иерархических крупнозернистых твердых сплавов с особо однородной структурой». Научный руководитель д.т.н., профессор Левашов Е.А.

#### Основные публикации

##### Учебники и монографии

1. Панов В.С., Коняшин И.Ю., Левашов Е.А., Зайцев А.А. Твердые сплавы. Учебник, М. : Изд. Дом НИТУ “МИСиС”, 2019. - 398 с.

##### Статьи

1. Loginov P., Zaitsev A.A., Konyashin I., Sidorenko D., Avdeenko E.N., Levashov E.A. In-situ observation of hardmetal deformation processes by transmission electron microscopy. Part I: Deformation caused by bending loads. **Int. J. of Refractory Metals and Hard Materials**, 84 (2019) 104997. (IF=2.794)

2. Loginov P.A., Zaitsev A.A., Orekhov A., Sidorenko D.A., Avdeenko E.N., Levashov E.A., Konyashin I. In-situ observation of hardmetal deformation processes by transmission electron microscopy. Part II: Deformation caused by tensile loads. **Int. J. of Refractory Metals and Hard Materials**, 84 (2019) 105017. (IF=2.79)

3. Loginov P.A., Sidorenko D.A., Shvyndina N.V., Sviridova T.A., Churyumov A.Yu., Levashov E.A. Effect of Ti and TiH<sub>2</sub> doping on mechanical and adhesive properties of Fe-Co-Ni binder to diamond in cutting tools. **Int. J. of Refractory Metals and Hard Materials**. 2019, Vol. 79, p. 69-78. (IF=2.794)

4. Bondarev A.V., Vorotilo S., Shchetinin I.V., Levashov E.A., Shtansky D.V. Fabrication of Ta-Si-C targets and their utilization for deposition of low friction wear resistant nanocomposite Si-Ta-C-(N) coatings intended for wide temperature range tribological applications. **Surface & Coatings Technology**, 2019, 359, p. 342–353. (IF=3.192)

5. Potanin A.Yu., Vorotilo S., Pogozhev Yu.S., Rupasov S.I., Loginov P.A., Shvyndina N.V., Sviridova T.A., Levashov E.A. High-temperature oxidation and plasma torch testing of MoSi<sub>2</sub>-HfB<sub>2</sub>-MoB ceramics with single-level and two-level structure. **Corrosion Science**, Vol. 158, (2019) № 108074. (IF=6.355)

6. Astapov A.N., Vershinnikov V.I., Potanin A.Yu., Pogozhev Yu.S., Levashov E.A., Prokofiev M.V., Rabinskiy L.N. Kinetics and mechanism of the oxidation of ZrSi<sub>2</sub>-MoSi<sub>2</sub>-ZrB<sub>2</sub> ceramics in air at temperatures up to 1400 °C. **Int. J. of Heat and Mass Transfer**, 2019, Vol. 140, p. 12-20. (IF=4.346)

7. Vorotilo S., Levashov E.A., Petrzhhik M.I., Kovalev D.Yu. Combustion synthesis of ZrB<sub>2</sub>-TaB<sub>2</sub>-TaSi<sub>2</sub> ceramics with microgradient grain structure and improved mechanical properties. **Ceramics International**, 2019, Volume 45, Issue 2, Part A, p. 1503-1512. (IF=3,45)

8. Vorotilo S., Potanin A.Yu., Pogozhev Yu.S., Levashov E.A., Kochetov N.A., Kovalev D.Yu. Self-propagating high-temperature synthesis of advanced ceramics MoSi<sub>2</sub>-HfB<sub>2</sub>-MoB. **Ceramics International**, 2019, Vol. 45, Iss. 1, p. 96-107. (IF=3,45)

9. Vorotilo S., Loginov P., Mishnaevsky L., Sidorenko D., Levashov E. Nanoengineering of metallic alloys for machining tools: Multiscale computational and in situ TEM investigation of mechanisms. **Materials Science & Engineering A**, 2019, Vol. 739, p. 480–490. (IF=4,081)

10. Potanin A.Yu., Vorotilo S., Pogozhev Yu.S., Rupasov S.I., Lobova T.A., Levashov E.A. Influence of mechanical activation of reactive mixtures on the microstructure and properties of SHS-ceramics MoSi<sub>2</sub>-HfB<sub>2</sub>-MoB. **Ceramics International**, 2019, Vol. 45, Iss. 16, 20354-20361. (IF=3,45)

*Патенты*

1. Патент РФ № 2687355. Способ получения твердых сплавов с округлыми зернами карбида вольфрама для породоразрушающего инструмента / Левашов Е.А., Коняшин И.Ю., Зайцев А.А., Авдеев Е.Н., Замулаева Е.И. Оpubл. 13.05.2019 Бюл. № 14.

2. Патент РФ № 2679822. Способ получения порошка гафната диспрозия для поглощающих элементов ядерного реактора / Еремеева Ж.В., Мякишева Л.В., Панов В.С., Лопатин В.Ю., Пацера Е.И., Сидоренко Д.А., Непашев А.А. Оpubл. 13.02.2019 Бюл. № 5.

3. Патент РФ № 2690127 Способ получения порошковой смеси, готовой для прессования металлургических деталей / Еремеева Ж.В., Нарва В.К., Лопатин В.Ю., Корзников О.В., Федина Т.В., Водовозова Г.С., Барышков С.В. Оpubл. 30.05.2019 Бюл. № 16.

4. Патент РФ № 2692002 Способ получения комплексно-легированной порошковой смеси, готовой для формования / Еремеева Ж.В., Нарва В.К., Лопатин В.Ю., Корзников О.В., Федина Т.В., Водовозова Г.С., Барышков С.В. Оpubл. 19.06.2019 Бюл. № 17.

5. Патент РФ № 2701232. Способ получения легированной порошковой смеси для изготовления порошковых конструкционных деталей ответственного назначения / Еремеева Ж.В., Нарва В.К., Лопатин В.Ю., Корзников О.В., Федина Т.В., Водовозова Г.С., Барышков С.В. Оpubл. 25.09.2019 Бюл. № 27.

**Основные научно-технические показатели**

- Статей в журналах Web of Science и Scopus – 68
- Статей в российских научных журналах из списка ВАК – 25
- Количество сотрудников и аспирантов, защитивших кандидатские диссертации – 1
- Количество поддержанных патентов на объекты промышленной собственности – 5
- Количество конференций, в которых принимали участие сотрудники кафедры – 18
- Количество выставок, на которых были представлены экспонаты или стенды научных разработок с участием сотрудников кафедры -2

**Награды.**

1. Гран При в конкурсе «Аспирант года – 2019» получил аспирант кафедры порошковой металлургии и функциональных покрытий – Воротыло Степан.

**Контакты**

**Левашов Евгений Александрович** – заведующий кафедрой, д-р техн. наук, профессор

**Тел:** (495) 638-45-00

**E- mail:** levashov@shs.misis.ru

**Web-сайт:** www.pm-i-fp.ru

## КАФЕДРА СЕРТИФИКАЦИИ И АНАЛИТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

**Филичкина Вера Александровна**  
Заведующая кафедрой,  
кандидат химических наук, доцент



На кафедре реализуются два основных направления образовательной и научно-исследовательской деятельности:

- аналитический контроль и сертификация материалов по химическому составу;
- менеджмент на основе качества для достижения организацией устойчивого успеха.

### **Основные научные направления деятельности кафедры:**

- развитие современных методов аналитической химии, таких как различные виды масс-спектрометрии, атомно-спектральный анализ с различными источниками возбуждения, рентгеновская флуоресценция для характеристики минерального сырья, концентратов и вторичного металлосодержащего сырья;
- применение методов лазерной спектроскопии для диагностики различных классов объектов, таких как минеральное сырье и композитные материалы;
- исследования по применению статистических методов при обработке результатов измерений и их интерпретации;
- исследование вопросов стандартизации применительно к образовательному и научно-исследовательскому процессам высшего учебного заведения.

Сотрудники кафедры участвуют в решении насущных научно-производственных задач. Так, развитие аддитивных технологий требует решения сложной задачи оценки качества изготовливаемого изделия, что обусловлено сложностью и высокой скоростью физических процессов в точке, где проходит синтез металлического изделия или покрытия. Контроль в режиме реального времени позволит оперативно обнаруживать и даже предотвращать возможные дефекты синтезируемого изделия, что имеет большое значение для изготовления высокоответственных деталей в машиностроении и авиакосмической отрасли, а также сократит затраты на материал и электроэнергию.

В 2019 году метод спектроскопии лазерно-индуцированной плазмы был применен для многоэлементного анализа газопорошковой струи в режиме реального времени. Метод спектроскопии лазерно-индуцированной плазмы (СЛИП) заключается в воздействии короткого лазерного импульса на мишень, при этом часть вещества испаряется и атомизуется, образуется лазерная плазма, по эмиссионным спектрам атомов и ионов проводят анализ элементного состава испаренной части образца. Анализ в процессе реального времени особую актуальность представляет при синтезе градиентных и многокомпонентных металлических изделий, так как позволяет контролировать весь процесс, добиваясь заданного профилем распределения элементного состава в различных частях детали.

Ранее был разработан компактный СЛИП зонд для количественного многоэлементного анализа в ванне расплава в процессе синтеза методом аддитивной технологии композитного покрытия. Хотя результаты СЛИП хорошо совпадали с результатами офлайн анализа стандартными методами (рентгеноспектральный микроанализ и рентгенофлуоресцентная спектроскопия), было довольно сложно анализировать расплав. Например, анализ ванны расплава с помощью СЛИП требует дорогостоящего оборудования (только стробируемый детектор подходит для этой задачи). Также важно следить за тем, чтобы широкополосное излучение расплава и отражение пучка непрерывного лазера не повредили собирающую оптику. Кроме того, высокие температуры и колебание поверхности ванны расплава приводят к ухудшению воспроизводимости измерений, а, значит, и точности анализа СЛИП в сравнении с анализом твердого образца.

В 2019 году исследована возможность СЛИП анализа с зоной пробоотбора в газопорошковой струе на выходе из технологической головы для коаксиальной лазерной наплавки (над ванной расплава). Анализ металлических частиц в газопорошковой струе имеет свои преимущества в сравнении с лазерным пробоотбором в ванне расплава. Например, при регистрации СЛИП спектров нет вклада теплового излучения расплава, и можно использовать недорогие спектрометры с нестробируемыми детекторами (ПЗС или КМОП камеры). Поскольку при фокусировке на потоке частиц будет отсутствовать рассеянное излучение непрерывного лазера, то не требуется никакой специальной оптики или защиты системы собирающей оптики и входного торца волоконного жгута, транспортирующего излучения на вход спектрометра. Таким образом, подход с лазерным пробоотбором в струе металлического порошка является более надежным и экономичным вариантом для реализации системы СЛИП анализе в реальном времени в процессе синтеза металлического изделия или покрытия.

#### **Кадровый потенциал кафедры**

2 – профессора, 13 – доцентов, 2 – старших преподавателя, 1 – ассистент,

1 – ведущий научный сотрудник, 4 – инженера.

Из них: 3 – доктора наук, 15 – кандидатов наук.

#### **Общий объем финансирования научно-исследовательских работ**

Общий объем выполненных на кафедре научно-исследовательских работ составил в 2019 году 11113 тыс. рублей.

#### **Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2019 г.**

Выполнены работы по развитию специальных приемов и диагностических подходов для аддитивных технологий. Спектрометрия лазерно-индуцированной плазмы и спектрометрия комбинационного рассеяния света были применены для контроля и мониторинга процесса и продуктов синтеза конструкционных и функциональных материалов, функционально-градиентных покрытий:

– монтаж комплекса спектрометрии лазерно-индуцированной плазмы на многоосевом роботе с технической головой для коаксиальной лазерной наплавки;

– адаптация комплекса спектрального анализа для работы с зоной пробоотбора в области газопорошковой струи на установке коаксиальной лазерной наплавки;

– применение метода спектрометрии лазерно-индуцированной плазмы для онлайн элементного анализа в процессе синтеза функциональных покрытий;

– количественный многоэлементный анализ в режиме реального времени в процессе синтеза изделия. Оценка аналитических возможностей метода при пробоотборе газопорошковой смеси в процессе синтеза готового композитного металлического покрытия;

– предложен новый подход измерения толщины покрытий (на примере таблеток) двумя методами анализа: спектрометрией комбинационного рассеяния света и спектрометрией лазерно-индуцированной плазмы, в течение длительности одной вспышки лампы-накачки при двухимпульсном режиме генерации импульсного Nd:АИГ лазера.

#### **Подготовка специалистов высшей квалификации**

На кафедре обучаются 9 аспирантов.

В 2019 году закончил аспирантуру Иванеев Александр Игоревич, который проводил исследования, в рамках совместной аспирантуры, в НИТУ МИСиС и в университете города По (Французская Республика), с которым подписано Соглашение о сотрудничестве. Результатом являются две работы, вынесенные на защиту в институте ГЕОХИ РАН - «Выделение, характеристика и анализ наночастиц вулканического пепла и городской пыли» и во французском университете города По - «Separation, characterization, and analysis of volcanic ash and urban dust nanoparticles» (научный руководитель д.х.н. П.С. Федотов).

#### **Основные публикации:**

– Yu Adler, T Polkhovskja, V Filichkina, V Shper, The Role of Distributions and Control Charts in Metrology, Journal of Physics: Conference Series. N 1420 (2019) 012036 doi:10.1088/1742-6596/1420/1/012036

– V.N. Lednev, M.Y. Grishin, P.A. Sdvizhenskii, R.D. Asyutin, R.S. Tretyakov, A.Y. Stavertiy, S.M. Pershin, Sample temperature effect on laser ablation and analytical capabilities of laser induced

breakdown spectroscopy, *J. Anal. At. Spectrom.* 34 (2019) 607–615. <https://dx.doi.org/10.1039/C8JA00348C> **Q1**

– V.N. Lednev, P.A. Sdvizhenskii, R.D. Asyutin, M.Y. Grishin, R.S. Tretyakov, S.M. Pershin, Surface plasma influence on nanosecond laser ablation, *Appl. Opt.* 58 (2019) 1496–1501. <https://dx.doi.org/10.1364/AO.58.001496> **Q2**

– V.N. Lednev, P.A. Sdvizhenskii, R.D. Asyutin, R.S. Tretyakov, M.Y. Grishin, A.Y. Stavertiy, A.N. Fedorov, S.M. Pershin, In situ elemental analysis and failures detection during additive manufacturing process utilizing laser induced breakdown spectroscopy, *Opt. Express.* 27 (2019) 4612–4628. <https://dx.doi.org/10.1364/OE.27.004612> **Q1**

– V.N. Lednev, P.A. Sdvizhenskii, R.D. Asyutin, R.S. Tretyakov, M.Y. Grishin, A.Y. Stavertiy, S.M. Pershin, In situ multi-elemental analysis by laser induced breakdown spectroscopy in additive manufacturing, *Addit. Manuf.* 25 (2019) 64–70. <https://dx.doi.org/10.1016/j.addma.2018.10.043> **Q1**

– N.I. Chkalo, M.S. Mikhalenko, A.E. Pestov, (...) V.A. Filichkina, A.S. Kozlov, Itrasmooth beryllium substrates for solar astronomy in extreme ultraviolet wavelengths, *Applied Optics*. Vol. 58, No. 13. 2019. Pp. 3652-3658. Manuscript ID: 360573 **Q2**

– D.S. Kazakov, A.V. Milkov, I.L. Stroulea, V.A. Filichkina and A.S. Kozlov, On the Fabrication of a High-Quality Optical Surface of on Amorphous Nickel Coating on a Beryllium Substrate, *Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques*. Vol. 13. No. 6. 2019. Pp. 1067-1070.

#### **Основные научно-технические показатели**

– количество публикаций:

статей – 22, в том числе: в российских научных журналах из списка ВАК – 14, в научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science – 8;

– количество конференций, в которых участвовали сотрудники кафедры – 8.

#### **Контактные телефоны и e-mail**

**Филичкина Вера Александровна** – заведующий кафедрой, канд. хим. наук, доцент

**Тел.:** (495) 638-46-60; (916) 905-70-23

**E-mail:** [fil\\_vera@mail.ru](mailto:fil_vera@mail.ru)

## КАФЕДРА ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

**Овчинникова Татьяна Игоревна**

Заведующий кафедрой, доктор технических наук, доцент



### Общая информация

Кафедра техносферной безопасности является структурным подразделением Института инжиниринга и экотехнологий.

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

В 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 вела подготовку профессиональных кадров по направлению:

*Бакалавриат (4 года обучения):*

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

20.03.01 Безопасность технологических процессов и производств

*Магистратура (2 года обучения):*

20.04.01 Безопасность технологических процессов и производств

20.04.01 Инженерная защита окружающей среды

*Аспирантура (3 года обучения):*

20.06.01 техносферная безопасность

По кодам специальностей:

05.23.01 Охрана труда (в металлургии)

05.23.03 Пожарная и промышленная безопасность (в металлургии)

Кафедра читает следующие дисциплины:

- Безопасность жизнедеятельности
- Вопросы безопасности в проектах
- Особенности воздействия на техносферу горно-металлургического производства
- Моделирование в охране труда
- Системный анализ и моделирование в промышленной безопасности
- Экономика в сфере безопасности
- Экспертиза 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
- Системы менеджмента в техносферной безопасности
- Обеспечение пожаровзрывобезопасности технологических процессов и производств
- Пожаровзрывобезопасность на металлургических предприятиях
- Законодательные и нормативные основы обеспечения техносферной безопасности
- Мониторинг безопасности

**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,
- 13 доцентов,
- 6 ассистентов.

Из них: три доктора наук, тринадцать кандидатов наук.

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

На кафедре обучаются 7 аспирантов.

**Наиболее крупные научные проекты, выполненные и выполняемые в 2019 г.**

Одной из самых важных работ выполняемых в 2018 и которая была продолжена в 2019 году, в рамках договора с Группой компаний «МЕТАЛЛОИНВЕСТ», являлась работа на тему «Оценка результативности эффективности системы управления охраной труда, промышленной безопасностью и экологией» на общую сумму 11,9 млн. руб.

Кроме того, сотрудники кафедры активно участвуют в работах, выполняемых другими подразделениями НИТУ «МИСиС».

**Основные публикации**

WoS/Scopus

1. Утепов Е.Б., Потоцкий Е.П., Шевцова В.С., Киттабеков Е.Н., Обуова Р.Ж., Беркинбаева А.С. Демпфирующие стали для деталей листоукладчика при листовой прокатке // Металлург, 2019, № 3. – С. 61-66
2. Колесникова Л.А., Новиков А.С. Анализ существующих методик оценки экологических рисков промышленных предприятий Уголь. 2019. № 4 (1117). С. 97-100.
3. Колесникова Л.А., Новиков А.С. Методический подход к оценке экологических рисков для достижения устойчивого развития промышленного предприятия Уголь. 2019. № 6 (1119). С. 98-101.
4. Arhipov, I.A., Filin, A.E. Accident rate analysis in coal mines in Russia Mining Informational and Analytical Bulletin 2019(1), 2019, с. 208-215

ВАК

1. Овчинникова Т.И., Волошенюк Л.О., Скопинцева О.В. Разработка рекомендаций по снижению индивидуального пожарного риска при функционировании учебного корпуса «В» (строение 7) НИТУ «МИСиС» Безопасность и управление рисками в горной и металлургической отрасли. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – М. Издательство «Горная книга», 2019. – № 6 (специальный выпуск 17). с. 45-51
2. Овчинникова Т.И., Куликова А.А., Оценка влияния на окружающую среду строительства и эксплуатации станции метро. Безопасность и управление рисками в горной и металлургической отрасли. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – М. Издательство «Горная книга», 2019. – № 6 (специальный выпуск 17). с. 18-26.

3. Потоцкий Е.П., Тарасова А.А., Кандрашина А.В. Анализ шумовой обстановки в производственных помещениях// Безопасность и управление рисками в горной и металлургической отрасли. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2019. – № 6 (специальный выпуск 17). – М.: Изд-во «Горная книга». – С.74-81.

4. Потоцкий Е.П., Фирсова В.М. Исследование профессионального риска с учетом сочетанного действия производственных факторов// Безопасность и управление рисками в горной и металлургической отрасли. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2019. – № 6 (специальный выпуск 17). – М.: Изд-во «Горная книга». – С.53-63.

5. Потоцкий Е.П., Гарт В.А. Оценка склонности к риску травмирования на производстве при помощи математико-статистических методов// Промышленная энергетика, 2019, № 2. – С.54-58.

6. Исследование профессионального риска с учетом сочетанного действия производственных факторов/ Потоцкий Е.П., Фирсова В.М. – Журнал «Горный информационно-аналитический бюллетень», 2019, № 6

7. Зиновьева О.М., Меркулова А.М., Смирнова Н.А. Опыт НИТУ «МИСиС» в подготовке студентов горного института по технологии «перевернутый класс» системы смешанного обучения / Безопасность и управление рисками в горной и металлургической отрасли. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – М. Издательство «Горная книга», 2019. – № 6 (специальный выпуск 17). с. 64-73.

8. Зиновьева О.М., Зырянова Е.Ю., Меркулова А.М., Смирнова Н.А. Оценка пожарных рисков на участке технического обслуживания гаража большегрузных машин автотранспортного цеха Стойленского горно-обогатительного комбината / Безопасность и управление рисками в горной и металлургической отрасли. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – М. Издательство «Горная книга», 2019. – № 6 (специальный выпуск 17). с. 37-44.

#### Учебные пособия

1. Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие / О.М. Зиновьева, Б.С. Мاستрюков А.М. Меркулова, В.А. Муравьев, Т.И. Овчинникова, Е.П. Потоцкий, Н.А. Смирнова. – М.: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 176 с.

2. Безопасность жизнедеятельности: лаб. практикум / О.М. Зиновьева, Л.А. Лысов, А.М. Меркулова, Т.И. Овчинникова, Н.А. Смирнова. – М.: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 134 с.

3. Экономика в сфере безопасности: охрана труда : практикум / О.М. Зиновьева, Л.А. Колесникова, А.М. Меркулова, Н.А. Смирнова. – М. : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 84с.

4. Научно-исследовательская работа магистра по направлению «Техносферная безопасность»: метод. указания / О.М. Зиновьева, А.М. Меркулова, Т.И. Овчинникова, Н.А. Смирнова. – М.: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 31 с.

5. Выпускная квалификационная работа бакалавра направлению «Техносферная безопасность»: метод. указ. / О.М. Зиновьева, А.М. Меркулова, Т.И. Овчинникова, Н.А. Смирнова. – М.: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 34 с.

6. Экономика в сфере безопасности: метод. указания к выполнению курсовой работы / О.М. Зиновьева, Л.А. Колесникова, А.М. Меркулова, Н.А. Смирнова. – М.: Издательский Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 27 с.

7. Курсовая научно-исследовательская работа бакалавра по направлению «Техносферная безопасность»: метод. указания / О.М. Зиновьева, А.М. Меркулова, Т.И. Овчинникова, Н.А. Смирнова – М. : Издательский Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 32 с.

8. Управление, надзор и контроль в сфере техносферной безопасности: практикум / О.М. Зиновьева, А. М. Меркулова, Н.А. Смирнова. – М.: Издательский Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 147 с.

9. Техносферная безопасность: метод. указания к выпускной квалификационной работе магистра / О.М. Зиновьева, А.М. Меркулова, Т.И. Овчинникова, Н.А. Смирнова. – М.: Издательский Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 44 с.

10. Экспертиза безопасности: промышленная и пожарная безопасность: практикум / О.М. Зиновьева, А.М. Меркулова, Н.А. Смирнова. – М.: Издательский Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 114 с.

11. Промышленная безопасность: метод. указания к выполнению курсовой работы / О.М. Зиновьева, А.М. Меркулова, Н.А. Смирнова. – М.: Издательский Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 49 с.

12. Разработка вопросов безопасности в проектах: практикум. В 3 ч. / О.М. Зиновьева, А.М. Меркулова, Н.А. Смирнова. – М.: Издательский Дом НИТУ «МИСиС», 2019. Ч.1. – 100 с.

13. Экспертиза безопасности: охрана окружающей среды: практикум / О.М. Зиновьева, А.М. Меркулова, Н.А. Смирнова. – М.: Издательский Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 86 с.

**Конференции, семинары, другие мероприятия с участием сотрудников кафедры:**

II-й Конгресс Ассоциации предприятий черной металлургии «Русская Сталь» «Охрана труда, промышленная и экологическая безопасность на горно-металлургических предприятиях» Русская Сталь: Безопасная и зеленая металлургия; XXVII Международный научный симпозиум Неделя горняка – 2019; БИОТ – 2019; научно-практическая конференция с международным участием, посвященной пятилетию юбилею воссоединения Крыма и России «Безопасность как фактор устойчивого развития общества».

**Основные научно-технические показатели**

Количество публикаций: статей более 12, из них 4 – в российский научных журналах из списка WoS/Scopus, 8 – в российский научных журналах из списка ВАК.

Количество конференций и семинаров, в которых участвовали сотрудники кафедры более 6.

**Контакты**

**Овчинникова Татьяна Игоревна** – заведующая кафедрой

Тел.: +7(499)230-24-00; +7 (499)230-24-44

e-mail: ovchinnikova.ti@misis.ru

**Филин Александр Эдуардович** – зам. зав. кафедры по науке

Тел.: +7 (499)230-32-81

e-mail: aleks\_filin@bk.ru

**Меркулова Анна Михайловна** – ученый секретарь

Тел.: +7(499)230-24-42

e-mail: anna-merkulova@misis.ru

**Кафедра «Техносферная безопасность»** находится по адресу:

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

Телефон: +7 (499)230-24-44

Email: tsb@misis.ru

## КАФЕДРА ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И ЗОЛОТА И ЦЕНТР ИНЖИНИРИНГА ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Тарасов Вадим Петрович**  
Заведующий кафедрой,  
доктор технических наук, профессор



**Общая информация о кафедре и центре – цели, задачи, перспективы научной деятельности**

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

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

Компетенции научных сотрудников и инженеров в коллаборации кафедры и ЦИПТ позволяют создавать технологии получения новых материалов и металлов с особыми свойствами при использовании самых современных пирро- 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.

– Разработка и внедрение технологии бактериального окисления при подземном выщелачивании урановых руд.

– Дезактивация суммарного концентрата редкоземельных металлов, полученного при переработке минерального и техногенного сырья.

– Получение неодима, редкоземельных металлов среднетяжелой группы и магнитных материалов на их основе и т.д.

### **Кадровый потенциал**

На кафедре работают:

3 – профессора, 9 – доцентов, 4 – старших преподавателей, 4 – ассистента, 1 – научный сотрудник, 1 – инженерный состав, 2 – учебных мастера 1 категории.

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

Директор центра, заместители директора центра, научный персонал центра (научные сотрудники), учебно-вспомогательный персонал (УВП); инженерно-технические работники.

Привлеченные ведущие ученые:

– Бурханов Г.С., ведущий эксперт. Член-корреспондент Российской академии наук, профессор, доктор технических наук, заведующий лабораторией физикохимии тугоплавких и редких металлов и сплавов Института металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН.

– Карпов Ю.А., ведущий эксперт. Член-корреспондент Российской академии наук, профессор, доктор химических наук.

**Общий объем финансирования научно-исследовательских работ (госбюджет, х/д)**

Выполнены 3 работ по заданию Минобрнауки РФ и ряда других министерств, ведомств и хозяйствующих субъектов на общую сумму 156,38 млн. рублей.

**Наиболее крупные проекты и важнейшие научно-технические достижения совместной работы кафедры и центра, выполнявшиеся в 2019 г.**

Разработка технологии получения магнитотвердых магнитных материалов и магнитных систем на их основе для нового поколения низкочастотных магнитно-резонансных томографов. (2017-2019 гг., 150 000 млн. рублей). Заказчик: Министерство образования и науки Российской Федерации. Индустриальный партнер ОАО «НПО «Магнетон»;

– Исследование влияния содержания оксида алюминия в алюминиевом порошке на прочностные свойства деталей, полученных методом PBF аддитивных технологий (2017-2019 гг., 5400 млн. руб.). Заказчик: Филиал «Центр Инноваций» Общества с ограниченной ответственностью «СУАЛ-ПМ»

– НИР по теме «Оценка возможности создания конструкционного кальциевого сплава». (2018-2019 гг., 980 млн. руб.). Заказчик: АО «Чепецкий механический завод» (АО ЧМЗ);

**Подготовка специалистов высшей квалификации**

Малютин Лев Николаевич «Способ получения гидроксида бериллия из флюорит-фенакит-берtrandитового концентрата с использованием гидрофторида аммония» по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов». Дисс. к.т.н.

**Основные публикации**

– Co-rich Amorphous Microwires with Improved Giant Magnetoimpedance Characteristics Due to Glass Coating Etching. Bautin V., Kholodkov N., Popova A., et al. (2019)

– Iron Oxide Nanoparticles for Magnetic Hyperthermia. Usov N. (2019)

– Heating ability of magnetic nanoparticles with cubic and combined anisotropy. Usov N., Nesmeyanov M., Gubanova E., et al. (2019)

– Burning Characteristics of the HMX/CL-20/AP/Polyvinyltetrazole Binder/Al Solid Propellants Loaded with Nanometals. Sergienko A., Popenko E., Slyusarsky K., et al. (2019)

– Burning Characteristics of the HMX/CL-20/AP/Polyvinyltetrazole Binder/Al Solid Propellants Loaded with Nanometals. Sergienko AV, Popenko EM, Slyusarsky KV, et al. (2019)

– Cobalt nanoparticles synthesis by cobalt nitrate reduction. Dzidziguri EL, Sidorova EN, Inkar M, et al. (2019)

– Electrochemical method for the production of ferrotitanium. Lysenko A., Nalivaiko A., Kondrateva D., et al. (2019)

– Electrochemical synthesis of Al-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> composites for selective laser melting. Nalivaiko A., Arnautov A., Zmanovsky S., et al. (2019)

– Cavitation Assisted Production of Assemblies of Magnetic Nanoparticles of High Chemical Purity. Bautin V., Perov N., Ermolin M., et al. (2019)

– High thermally stable multi-layer steel/vanadium alloy hybrid material obtained by high-pressure torsion. Rogachev SO, Khatkevich VM, Nikulin SA, et al. (2019)

– Aluminum-Alumina Composites: Part I: Obtaining and Characterization of Powders. Gromov AA, Nalivaiko AY, Ambaryan GN, et al. (2019)

– The heating of magnetic nanoparticles in a rotating magnetic field. Usov NA, Serebryakova ON, Gubanova EM (2019)

– Understanding the structure and properties of composite aluminium matrix Al B4C W and Al B4C WO<sub>3</sub> materials. Bozhko G., Volodina P., Abuzin Y. (2019)

– Aluminothermic reduction of calcium from calcium oxides using thermal additive. Minkov O., Minkova I., Tarasov V., et al. (2019)

- High-quality alpha-Fe nanoparticles synthesized by the electric explosion of wires. Omelyanchik A, Varvaro G, Gorshenkov M, et al. (2019)
- Corrosion of Carbon Steel and Cast Iron in a Gas Phase over Salt Melts Used in the Magnesium Industry. Komelin IM, Lysenko AP, Kondrateva DS (2019)
- PROSPECTS OF USING RUSSIAN HIGH SILICON RAW MATERIALS IN ALUMINA PRODUCTION. Ivanov MA, Pak VI, Nalivayko AY, et al. (2019).
- Obtaining alumina from kaolin clay via aluminum chloride. Pak V., Kirov S., Nalivaiko A., et al. (2019)
- Non-isothermal oxidation of coal with  $Ce(NO_3)_3$  and  $Cu(NO_3)_2$  additives. Larionov K., Gromov A. (2019)
- Electrochemical synthesis of Al-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> composites for selective laser melting. Nalivaiko AY, Arnautov AN, Zmanovsky SV, et al. (2019)
- Formation of liquid phases and viscosity of the Cu 2 O - FeO x - SiO 2 - CaO - Al 2 O 3 slag system saturated with copper oxide. Fedorov A., Dosmukhamedov N., Zholdasbay E. (2019)
- Distribution of Cu, Pb, Zn and As between the products of the two-stage reduction depletion of high-copper Slags. Dosmukhamedov N., Fedorov A., Zholdasbay (2019)
- Use of Thiourea Leaching During Gold-Containing Dump Treatment. Boboev I., Kurbonov S., Sel'nitsyn R. (2019)
- Nickel sulphide concentrate processing via low-temperature calcination with sodium chloride. Part 1 – Identification of interaction products. Aleksandrov P., Medvedev A., Imideev V., et al. (2019)
- Nickel sulphide concentrate processing via low-temperature calcination with sodium chloride: Part 2 – Chemistry and mechanism of interaction. Aleksandrov P., Medvedev A., Imideev V., et al. (2019)
- Dynamics of superparamagnetic nanoparticles in viscous liquids in rotating magnetic fields. Usov NA, Rytov RA, Bautin VA (2019)
- Aluminum Powders for Energetics: Properties and Oxidation Behavior. Gromov AA, Nalivaiko AY, Tarasov VP, et al. (2019)
- Cathode plasma electrolysis in diluted potassium hydroxide solutions: Particles formation and energetic estimation. Gromov A., Nalivaiko A., Fehn T., et al. (2019)
- Al-Si-Cu and Al-Si-Cu-Ni alloys for additive manufacturing: composition, morphology and physical characteristics of powders. Nalivaiko AY, Arnautov AN, Zmanovsky SV, et al. (2019)
- Influence of mechanical activation of reactive mixtures on the microstructure and properties of SHS-ceramics MoSi<sub>2</sub>-HfB<sub>2</sub>-MoB. Potanin A., Vorotilo S., Pogozhev Y., et al. (2019)
- Ferromagnetic resonance in thin ferromagnetic film with surface anisotropy. Usov N. (2019)

#### **Контактные реквизиты подразделения**

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

**Тел.:** +7 (903) 726-39-43

**E-mail:** vptar@misis.ru

**Чукина Евгения Валерьевна** – ученый секретарь

**Тел.:** +7 (916) 680-97-96

**E-mail:** chukina\_e@mail.ru

**Гореликов Евгений Сергеевич** – Заместитель директора центра

**Тел.:** +7 (495) 955-01-93

**E-mail:** gorelikoves@yandex.ru

**Игнатов Андрей Сергеевич** – Заместитель директора центра

**Тел.:** +7 (495) 236-41-85

**E-mail:** ignatov@misis.ru

## ЛАБОРАТОРИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

**Акихиса Иноуэ**  
Заведующий лабораторией



### Общая информация о лаборатории

Работа лаборатории направлена на получение и исследование новых метастабильных функциональных материалов и покрытий на основе железа с целью расширения области их применения.

### Основные научные направления деятельности лаборатории

- разработка магнитомягких аморфных и нанокристаллических материалов на основе железа, обладающих повышенным комплексом магнитных и механических свойств;
- разработка объемных металлических стекол на основе железа для нанесения функциональных покрытий с высокой коррозионной и износостойкостью;

– получение новых сплавов без базового легирующего элемента (т.н. псевдо-высокоэнтропийные сплавы), обладающих высоким уровнем технологических и механических свойств.

### Кадровый потенциал подразделения

В лаборатории работают:

- 1 профессор,
- 2 научных сотрудника,
- 2 инженера.

Из них: 1 доктор наук, 3 кандидата технических наук, 1 аспирант.

### Общий объем финансирования научно-исследовательских работ (госбюджет, х/д)

В рамках реализации Программы повышения конкурентоспособности НИТУ «МИСиС» среди международных научно-образовательных центров лабораторией успешно завершен проект К2-2019-002 «Разработка аморфных магнитомягких сплавов на основе системы Fe-Ni с низкой коэрцитивной силой и высокой магнитной проницаемостью» под руководством ведущего ученого – профессора университета Джосай (Токио, Япония) Акихисы Иноуэ. с объёмом финансирования в 2018 году 5 млн. рублей.

### Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2019 г.

1. Построена математическая модель кристаллизации аморфных сплавов на основе системы Fe-Ni. Показано, что значения энергии активации кристаллизации с увеличением содержания никеля с 0 до 60 ат. процентов в составе сплава снижается от  $410 \pm 29$  до  $320 \pm 23$  кДж/моль. По модели Джонсона-Мела-Аврами-Колмогорова определено, что основным механизмом кристаллизации сплавов при изотермической выдержке вблизи температуры расстекловывания является трехмерный рост зародышей. При этом скорость образования новых зародышей с повышением температуры отжига уменьшается.

### Основные публикации

1. Y.N. Guo, A. Inoue, Y. Han, F.L. Kong, B. Feng, S.L. Zhu, Y. Ikuhara, Influence of Ag replacement on the formation and heating-induced phase decomposition of  $Zr_{65}Al_{7.5}Co_{27.5-x}Ag_x$  ( $x=5$  to 20 at%) glassy alloys, Journal of Alloys and Compounds, V. 783, 2019, Pp. 545-554.

2. F. Wang, A. Inoue, F.L. Kong, S.L. Zhu, E. Shalaan, F. Al-Marzouki, W.J. Botta, C.S. Kiminami, Yu.P. Ivanov, A.L. Greer, Formation, stability and ultrahigh strength of novel nanostructured alloys by partial crystallization of high-entropy  $(Fe_{0.25}Co_{0.25}Ni_{0.25}Cr_{0.125}Mo_{0.125})_{86-89}B_{11-14}$  amorphous phase, Acta Materialia, V. 170, 2019, Pp. 50-61.

3. E.N. Zanaeva, A.I. Bazlov, D.A. Milkova, A.Yu. Churyumov, A. Inoue, N.Yu. Tabachkova, F. Wang, F.L. Kong, S.L. Zhu, High-Frequency soft magnetic properties of Fe-Si-B-P-Mo-Cu amorphous and nanocrystalline alloys, Journal of Non-Crystalline Solids, V. 526, 2019, 119702.

4. Churyumov, A.Y., Pozdniakov, A.V., Bazlov, A.I. et al. Effect of Nb Addition on Microstructure and Thermal and Mechanical Properties of Fe-Co-Ni-Cu-Cr Multiprincipal-Element (High-Entropy) Alloys in As-Cast and Heat-Treated State. JOM V. 71, 2019, Pp. 3481–3489.

**Основные научно-технические показатели:**

- количество статей в Web of Science и Scopus с исключением дублирования – 6;
- количество патентов – 1;
- количество устных выступлений на международных конференциях – 5.

**Контактные реквизиты подразделения**

**Акихиса Иноуэ** – заведующий лабораторией

**E-mail:** inoue@jiu.ac.jp

## ИННОВАЦИОННЫЙ НАУЧНО-УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР РОМЕЛТ (ИНУЦ РОМЕЛТ)

**Валавин Валерий Сергеевич**  
Директор Центра,  
доктор технических наук



Инновационный научно-учебный центр Ромелт (Центр «Ромелт») проводит научные и маркетинговые работы, связанные с развитием и внедрением внедоменной технологии получения чугуна из различных железосодержащих материалов, в том числе забалансовых железных руд и отходов горно-обогатительных и металлургических предприятий, а также машиностроительных заводов. Сотрудники Центра Ромелт осуществляют обучение персонала заводов основам технологии Ромелт и ее практическому использованию, формированию компетенций, необходимых для работы на установках Ромелт. В Центре Ромелт проводятся теоретические и экспериментальные исследования жидкофазного восстановления оксидов, выявления механизмов процессов, гидродинамических особенностей барботажных технологий, энергетических балансов печей.

Центр Ромелт по заказам российских и зарубежных организаций выполняет технологические и технико-экономические расчеты технологии Ромелт для переработки различного железосодержащего сырья и широкого класса восстановителей.

### **Основные научно-практические направления деятельности Центра Ромелт**

1. Выявление теоретических закономерностей жидкофазного восстановления металлов с применением термодинамического и гидродинамического моделирования.
2. Разработка алгоритмов и методов расчетов технико-экономических характеристик технологии Ромелт применительно к различным железосодержащим материалам.
3. Совершенствование технологических приемов, систем и программ контроля и управления процессом Ромелт.
4. Подготовка технико-коммерческих предложений, технологических заданий и технико-экономических обоснований по процессу Ромелт по заявкам различных организаций.

### **Кадровый потенциал Центра Ромелт**

В Центре Ромелт работают

- директор;
- зам. директора;
- ведущий эксперт – 2;
- инженер – 2.

Из них:

- доктор технических наук – 1;
- кандидат технических наук – 2;
- кандидат экономических наук – 1.

### **Общий объем финансирования научно-исследовательских работ**

В 2019 г. в Центре Ромелт выполнялось 2 научно-исследовательские работы по хозяйственному договору на общую сумму более 8 млн руб.:

1. Разработка технологического задания и технических решений по использованию технологии Ромелт для переработки железосодержащих руд Бескемпирского месторождения в Мангистауской области, Республика Казахстан – 3 млн руб. (АО «ВО «Тяжпромэкспорт»).
2. Технологическое обеспечение контракта на поставку оборудования для завода по производству чугуна по технологии Ромелт в Союзе Мьянма – 5,1 млн руб. (АО «ВО «Тяжпромэкспорт»).

### **Важнейшие научно-технические достижения Центра Ромелт в 2019 г.**

Разработано Технологическое задание на выполнение Основных проектных решений установки Ромелт и сопутствующих объектов для «Каспийского Металлургического Комплекса

Техногран А» (КМК) по переработке бурых железняков Бескемпирского месторождения (Республика Казахстан). За основу был взят дуплекс-процесс Ромелт, как оптимальный для плавки данных руд и при применении необожженного известняка. Рассчитаны технологические показатели процесса, установлены удельные расходы шихтовых материалов и энергоносителей и выходы продуктов плавки.

На КМК предусмотрено производство в проектном режиме 255 тыс. тонн жидкого чугуна в год, который планируется разливать в чушки. Также будет произведено 175 тыс. тонн гранулированного шлака, который будет перерабатываться в шлакощелочной цемент. Высококалорийные отходящие из печей газы будут дожигаться в котле-утилизаторе с получением пара энергетических параметров. Пар может использоваться для получения порядка 228 млн кВт-час в год электроэнергии.

В Технологическом задании приведены рассчитанные для проектного режима работы основные параметры работы установки Ромелт и дано краткое описание технологии отдельных стадий плавки (сушка и разогрев, запуск, рабочий режим, остановка). Приведены основные геометрические размеры печей и их конструктивные особенности. Установлены основные параметры цехов, количество и качество производимой продукции.

Принято участие в разработке Основных проектных решений (ОПР) и Технико-экономического обоснования (ТЭО) КМК. Разработана общая структура завода и схема технологических потоков. Проведен выбор и оценка площадки завода на территории СЭЗ «Морпорт Актау», установлены очередность ввода объектов в эксплуатацию. По принятой модели рассчитаны основные финансовые показатели проекта, включая оценку капиталовложений, финансовые потоки на срок эксплуатации завода, себестоимость производства. Рассчитана экономическая эффективность проекта, в том числе срок окупаемости проекта, внутренняя норма доходности, рентабельность производства с учетом рисков изменения цен на шихтовые материалы и производимую продукцию.

При подготовке ТЭО проведены переговоры с компаниями Linde по выбору технологии производства кислорода и Мюсом по производству шлакощелочного цемента для КМК. Рекомендована адсорбционная технология получения кислорода, как наименее энергоемкая и легко регулируемая в широких пределах.

Совместно с группой Министерства экономического развития Российской Федерации и АО «ВО «Тяжпромэкспорт» принято участие в совещании в Республике Союз Мьянмы с руководством Министерства промышленности и финансов и Национального экономического координационного комитета по вопросу завершения строительства завода по производству чугуна технологией Ромелт. Проведена инспекция объектов завода и выработаны дальнейшие шаги для ввода в эксплуатацию.



Цех Ромелт завода в Республике Союз Мьянмы

По просьбе компании «Aktobe Steel Production» (Республика Казахстан) дано заключение по переработке железной руды месторождения Кокбулак процессом Ромелт. Проведены предварительные технологические расчеты переработки концентрата железной руды, выданы исходные данные для подготовки технического задания к договору.

Проведена презентация технологии Ромелт в Акимате Мангистауской области, Республика Казахстан. Разъяснена необходимость использования дуплекс-процесса Ромелт для переработки железных руд Бескембирского месторождения. После посещения месторождения намечены возможные способы доставки руды на завод.

По запросу «ГК «МетПром» проведены предварительные расчеты по переработке индонезийской никелевой руды технологией дуплекс-Ромелт. Разработаны технические решения, намечены пути решения проблемы и представлен проект Технического задания на разработку технологического раздела ТЭО проекта строительства завода для производства ферроникеля.

Принято участие в заседании рабочей группы центра «Зеленая металлургия» НИТУ «МИСиС» по теме «Современные технологии рециклинга отходов и защиты окружающей среды в металлургии» с докладом «Применение технологии Ромелт для переработки железосодержащих отходов металлургических предприятий». Состоялся обмен мнениями с представителями завода «Северсталь» по вопросам переработки шламов комбината и производству продукции из металлургических шлаков.

Проведена презентация технологии Ромелт для представителей горно-химической компании и металлургического комбината (г. Кафуэ, Замбия). Проведены переговоры с исполнительным директором компании и намечены возможные варианты сотрудничества.

Проведены переговоры с ЕВРАЗ ЗСМК по вопросам переработки отходов шламохранилищ Западно-Сибирского и Новокузнецкого металлургических комбинатов. Для утилизации отходов предложено использовать технологию Ромелт. Даны рекомендации по подготовке шламовых отходов для последующего металлургического передела.

#### **Основные публикации**

1. Pokhvisnev Yu.V., Valavin V.S., Makeev S.A. Effect of Ore and Coal Composition on Romelt Furnace Performance. Metallurgist, 2019, Volume 62, Numbers 11-12, March, pp. 1092-1099.
2. Похвиснев Ю.В., Валавин В.С., Макеев С.А., Зайцев А.К. Технологические показатели процесса Ромелт при частичной замене угля природным газом. Металлург, № 2, 2019, с. 25-31.
3. Pokhvisnev Yu.V., Valavin V.S., Makeev S.A., Zaitsev A.K. Romelt Process Production Indices with Partial Replacement of Coal by Natural Gas. Metallurgist, 2019, Volume 63, Numbers 1-2, May, pp. 141-148.

#### **Основные научно-технические показатели**

- количество публикаций – 3;
- количество конференций – 1.

#### **Контактные реквизиты ИНУЦ Ромелт**

**Валавин Валерий Сергеевич** – директор ИНУЦ «Ромелт»

**Тел./факс:** 8(495)955-00-19

**E-mail:** valavin@misis.ru, romelt@misis.ru

## НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ТЕРМОХИМИЯ МАТЕРИАЛОВ»

**Хван Александра Вячеславовна**  
Директор центра, кандидат технических наук



### Общая информация о центре

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.

Основными научными проектами центра за 2019 г. являются:

1. Грант НИТУ «МИСиС» (№ К2-2019-003) на тему «Разработка термодинамических и кинетических моделей для прогнозирования поведения неорганических материалов», 5 млн. руб.;
2. Грант РФФ «Экспериментальное исследование фазовых превращений и свойств сплавов систем Fe-PZM-PM с целью поиска перспективных составов для создания постоянных магнитов», № 18-73-10219, 5 млн. руб.;
3. Договор по теме «Научно-обоснованный подбор оптимальных исходных кандидатных составов на основе многоуровневых расчетов для Базы данных «Материалы для атомной энергетики» между НИТУ МИСиС и ОИВТ РАН в рамках соглашения о предоставлении субсидии № 075-15-2019-1899 от 04.12.2019 г. между ОИВТ РАН и Министерством науки и высшего образования Российской Федерации.

### Кадровый потенциал подразделения:

Коллектив НИЦ «Термохимия материалов» имеет на постоянной основе в своем составе 4 кандидатов наук, 4 аспирантов, 4 магистров, а также более 5 экспертов из разных стран, работающих с сотрудниками центра по различным проектам.

**Общий объем финансирования** научно-исследовательских работ (госбюджет, х/д) за 2014-2019 г.г. составил более 64 млн.руб.

### Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2019 г.:

1. В 2019 г. году были успешно проведены работы по проекту «Разработка термодинамических и кинетических моделей для прогнозирования поведения неорганических материалов». В результате выполнения проекта было получено описание термодинамических данных для модификаций золота, меди и диоксида кремния при помощи расширенной модели Эйнштейна для твердых фаз и модели жидкости двух состояний для жидкой фазы. При моделировании было определено, что для описания твердых фаз необходимо выражение с несколькими температурами Эйнштейна. Изучены фазовые равновесия в системе Se-Fe-Ni во всей области концентраций при температурах 950 и 750 °С и в обогащенной Al области системы Al-Cr-Fe. Подтверждено образование тройного соединения  $Al_{82.5}Cr_{11.5}Fe_6$  (H-фаза) в системе Al-Cr-Fe по перитектической реакции при температуре 998 °С.

2. В центре успешно проводится подготовка специалистов высшей квалификации. В 2019 г. были успешно защищены две диссертационные работы на соискание степени кандидата технических наук и одна выпускная квалификационная работа:

– Стародуб К.Ф. диссертация на тему: «Моделирование вязкости высокотемпературных силикатных расплавов» под руководством PhD Кондратьева А.В.;

– Мардани М. диссертация на тему «Фазовые равновесия в трехкомпонентных системах Fe-РЗМ-С и Fe-РЗМ- {Co, Ni} и термодинамические свойства фаз» под руководством к.т.н. Хван А.В.;

– Алексеева Е.В. выпускная квалификационная работа на тему «Исследование структуры и свойств полиметаллических изделий полученных методами аддитивных технологий» под руководством к.т.н. Чеверикина В.В.;

3. На базе центра прошли повышение квалификации 9 сотрудников предприятий, а также проведена летняя школа с 25 иностранными участниками.

#### **Основные научно-технические показатели**

Научная работа сотрудников центра отражена в: 43 публикациях в высокорейтинговых журналах WOS, Scopus; 9 главах в монографиях и справочниках; 2 международных патентах, более чем 40 докладах на международных конференциях;

#### **Основные результаты исследований отражены в публикациях за 2019 г.**

1. “Experimental investigation of phase equilibria in the Ce-Fe-Ni system”, Mardani M., Fartushna, I., Khvan A., Cheverikin V., Dinsdale A. Journal of Alloys and Compounds, pp. 524-540, 2019;

2. “An experimental investigation of the thermodynamic properties of  $\beta$ -Fe<sub>17</sub>Ce<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>Ce, and ternary Fe<sub>13.1-11.0</sub>Mn<sub>3.9-6.0</sub>Ce<sub>2</sub> ( $\tau_1$ ) intermetallic phases, Khvan, A.V., Mardani, M., Fartushna, I.V., Syutkin, E.A., Cheverikin, V.V., Dinsdale, A.T., Thermochemica Acta, Volume 672, February 2019, Pages 1-8;

3. Thermodynamic properties of tin: Part I Experimental investigation, ab-initio modelling of  $\alpha$ -,  $\beta$ -phase and a thermodynamic description for pure metal in solid and liquid state from 0 K, Khvan A.V., Babkina T., Dinsdale A.T., Uspenskaya I.A., Fartushna I.V., Druzhinina A.I., Syzdykova A.B., Belov M.P., Abrikosov I.A., Calphad: Computer Coupling of Phase Diagrams and Thermochemistry, 65, pp. 50-72, 2019;

4. “Experimental investigation of phase equilibria in the Ce-Fe-Ni system”, Mardani M., Fartushna I., Khvan A. Cheverikin V., Dinsdale A., Journal of Alloys and Compounds, pp. 524-540, 2019;

5. “Experimental investigation of phase equilibria in the Ce-Fe-Ni system at 950 and 750 °C”, Fartushna I., Mardani M., Khvan A., Cheverikin, V., Gorshenko, M., Dinsdale, A., Calphad: Computer Coupling of Phase Diagrams and Thermochemistry, 64, pp. 284-291, 2019;

6. “An experimental investigation of phase transformations in the Al-rich corner of the Al–Cr–Fe system”, Ezemenaka D., Phiri A., Khvan A., Cheverikin V., Fartushna I., Dinsdale A., (2019) Journal of Alloys and Compounds, 808, art. no. 151692;

7. “An Avramov-based viscosity model for the SiO<sub>2</sub> -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Na<sub>2</sub>O-K<sub>2</sub>O system in a wide temperature range Starodub K., Wu G., Yazhenskikh E., Müller M., Khvan A., Kondratiev, A., (2019) Ceramics International, 45 (9), pp. 12169-12181;

8. “Experimental investigation of phase transformations in the La-Fe and La-Fe-C systems” Mardani M., Fartushna I., Khvan A., Cheverikin V., Dinsdale, A., (2019) Calphad: Computer Coupling of Phase Diagrams and Thermochemistry, 65, pp. 370-384;

9. “Ab-initio modeling and experimental investigation of properties of ultra-high temperature solid solutions Ta<sub>x</sub>Zr<sub>1-x</sub>C” Vorotilo S., Sidnov K., Mosyagin I.Y., Khvan A.V., Levashov E.A., Patsera E.I., Abrikosov I.A., (2019) Journal of Alloys and Compounds, 778, pp. 480-486.

#### **Оборудование центра**

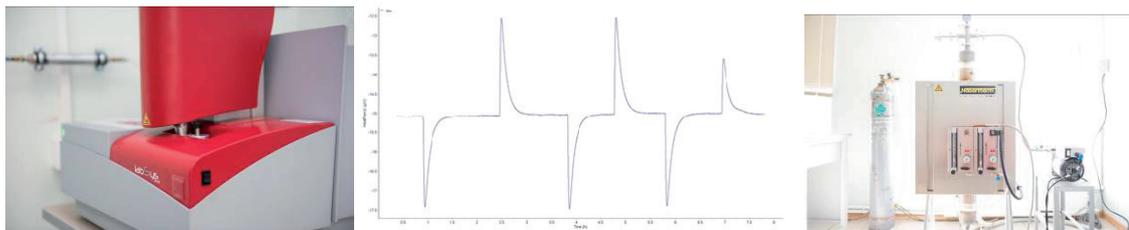
Центр имеет оборудование стоимостью выше 5 млн. руб:

– 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, T макс=1700 °C;



**Центр может проводить работы по:**

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

**Контактные реквизиты подразделения**

**Хван Александра Вячеславовна** – директор центра, кандидат тех. наук

**Тел.:** +7(495) 339-99-00

**E-mail:** avkhvan@misis.ru; tm\_src@misis.ru

**web:** www.tmsrc.misis.ru

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

# ИНСТИТУТ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И НАНОТЕХНОЛОГИЙ

**Калошкин Сергей Дмитриевич**  
Директор института, ИНМиН  
доктор физико-математических 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 2019 году входили 8 выпускающих кафедр, 4 научно-исследовательских лабораторий и центров, 1 межкафедральная лаборатория.

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

Подготовка **бакалавров** ведется по следующим направлениям:

22.03.01 «Материаловедение и технологии сверхтвердых материалов и ювелирных алмазов»;

03.03.02 «Физика»;

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»;

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.);

16.04.01 «Техническая физика» (рус. яз.).

Подготовка **аспирантов** ведется по следующим направлениям:

03.06.01 «Физика и астрономия»;

11.06.01 «Электроника, радиотехника и системы связи»;

22.06.01 «Технологии материалов».

**Основные научные направления института** охватывают широкий спектр материаловедческих задач, начиная от фундаментальных первопринципных расчетов структуры и энергии образования новых фаз и заканчивая прикладными вопросами создания материалов и приборов для различных видов промышленности, таких как энергетики, электроники, металлургии и др. В соответствии с профилями работы кафедр можно выделить следующие важные для института направления исследований: технология получения и свойства наноструктурных и нанодисперсных материалов; материалы и технологии создания электронной компонентной базы; биосовместимые материалы и покрытия; физика и химия аморфных и квазикристаллических материалов; композиционные материалы и покрытия; магнитные и сверхтвердые материалы; материалы для атомной, водородной и солнечной энергетики. Сотрудники кафедр полупроводниковой электроники и физики полупроводников и физического материаловедения ИНМиН являются членами двух коллабораций ЦЕРН (LHCb и SHiP).

**Основные научно-технические показатели института.** В 2019 г. в научных изданиях, вошедших в базы цитирования Web of Science и Scopus, сотрудниками кафедр института опубликовано свыше 660 статей.

Наибольшей публикационной активностью отличились кафедры Полупроводниковой электроники и физики полупроводников (более 130 публикаций), Функциональных наносистем и высокотемпературных материалов (более 110 публикаций) и Материаловедения полупроводников и диэлектриков (около 110 публикаций). Самой цитируемой публикацией за последние пять лет по прежнему остается статья 2016 г. В. Подзорова, Ю.И. Родионова и др. «Extended carrier lifetimes and diffusion in hybrid perovskites revealed by Hall effect and photoconductivity measurements» в журнале Nature Communications (178 цитирований). Наибольшее число цитирований за пять лет набрали статьи сотрудников кафедры Технологии материалов электроники.

Общий объем финансирования госбюджетных и хоздоговорных НИР, проводимых подразделениями института в 2019 г. составил 370 млн. руб., из них около 25 % по заказу хозяйствующих субъектов; примерно 15 % в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 гг.»; 15 % в рамках Госзадания на науку; 35 % гранты РНФ и РФФИ; 10 % в рамках научных проектов программы повышения конкурентоспособности 5-100.

Среди структурных подразделений ИНМиН лидером по объему финансирования является НИЛ Сверхтвердых материалов (106 млн. руб.) и кафедра Функциональных наносистем и высокотемпературных материалов, выполнившая в 2019 г. научных исследований на сумму более 80 млн. руб.

Научные разработки сотрудников ИНМиН были награждены золотыми медалями на многих международных выставках, таких как IENA-2019, Нюрнберг (Германия), TAIWAN INNOTECH EXPO-2019 (г. Тайбэй, Китайская Республика Тайвань, Архимед-2019 (г. Москва) и др. Сотрудники лаборатории перспективной солнечной энергетики НИТУ «МИСиС» Артур Иштеев, Данила Саранин и Дмитрий Муратов стали лауреатами ежегодной премии Правительства Москвы молодым ученым в области науки и инноваций за 2019 год за разработку новых тонкопленочных перовскитных оптоэлектронных устройств. Данная лаборатория сформирована под руководством ведущего ученого Альдо Ди Карло из сотрудников двух кафедр ИНМиН – Полупроводниковой электроники и физики полупроводников и Функциональных наносистем и высокотемпературных материалов.

В 2019 году сотрудниками и аспирантами ИНМиН защищены 8 кандидатских и 1 докторская диссертации.

#### **Контактные реквизиты института**

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

**Тел.:** (499) 236-03-04, (495) 638-44-22

**E-mail:** inmin@misis.ru, misis.inmin@gmail.com

## КАФЕДРА МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ

**Пархоменко Юрий Николаевич**

Заведующий кафедрой,  
доктор физико-математических наук, профессор



### **Общая информация о кафедре**

Кафедра проводит научно-исследовательские работы по решению задач как фундаментального, так и прикладного характера в области материаловедения полупроводниковых, диэлектрических, 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.

### **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 материала;
- Исследование электрооптических, пьезоэлектрических кристаллов и разработка новых методов исследования;
- Разработка технологии и создание новых материалов для солнечной энергетики;
- Исследование в области разработки новых лазерных и сцинтилляционных кристаллов и систем;
- Взаимодействие лазерного излучения с твердыми телами, особенности распространения лазерного излучения в конденсированных средах;
- Разработка технологии создания и исследования термоэлектрических материалов;
- Разработка биосовместимых функциональных материалов и покрытий и технологии их получения;
- Композитные магнитоэлектрические композиты и приборы на их основе.
- Графеновые материалы и композиты на их основе.

### **Кадровый потенциал подразделения**

На кафедре работают: 5 профессоров (4 – д.ф.м.н., 1 – д.т.н.); 15 доцентов; 2 старших преподавателя; 3 ассистента; 14 научных сотрудников (1 – д.х.н., 1 – д.ф.м.н., 7 – к.ф.м.н., 2 – вед.н.с., 4 – ст.н.с., 1 – вед.эксп. и др.); 9 человек – учебно-вспомогательный персонал.

### **Общий объем финансирования научно-исследовательских работ**

Выполнено 6 научно-исследовательских работ, в том числе 2 молодежных гранта РФФИ. Общий объем финансирования составил 78,3 млн рублей.

### **Наиболее крупные проекты, выполненные в 2019 г.**

- В100 (К2-2019-015) «Функциональные структуры на основе графеносодержащих материалов для перспективных устройств микро- и наноэлектронники».
- РФФ (19-19-00626) «Разработка высокоскоростного сканирующего ион-проводящего микроскопа для изучения динамических процессов мембран живых клеток».
- В100 (В100-Н-П22) «Наноразмерные label-free высокочувствительные сенсоры для определения функциональных откликов единичных живых клеток на внешние физические и химические стимулы».
- РФФ 19-79-30062 «Технология создания биоэлектронных интерфейсов для считывания сигналов и управления нейронными клетками».

**Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2019 г.**

**Исследование композитных мультиферроиков на основе сегнетоэлектрических монокристаллов с целью создания высокочувствительных магнитных сенсоров, в том числе для медицинских приборов.** Проведены эксперименты по подавлению акустических и тепловых шумов с целью увеличения чувствительности к магнитному полю композитного мультиферроика со структурой (Метглас)/(бидоменный ниобат лития). Для достижения эффективного подавления акустических шумов использовали структуру камертона, реализованную на бидоменном кристалле  $\text{LiNbO}_3$   $y+128^\circ$ -среза. На каждый из зубцов полученного камертона были нанесены ассиметрично слой Метгласа. Композитный мультиферроик продемонстрировал увеличение чувствительности к магнитному полю в 7 раз. Предел детектирования составил  $3 \text{ пТл/Гц}^{1/2}$ , при комнатной температуре. Проведено сравнение бидоменных кристаллов  $\text{LiNbO}_3$   $y+128^\circ$ -среза с монокристаллическими кристаллами  $\text{LiNbO}_3$   $y+128^\circ$ -среза и биморфными образцами керамики цирконата-титаната свинца (ЦТС). Бидоменные кристаллы показали максимальное значение вырабатываемой мощности  $9.2 \text{ мВт/г}^2$ , что в пять раз больше, чем продемонстрировали остальные образцы. Показана возможность применения бидоменных кристаллов  $\text{LiNbO}_3$   $y+128^\circ$ -среза для успешного сбора бросовой энергии. Таким образом, бидоменные кристаллы  $\text{LiNbO}_3$  являются высокотемпературной, бессвинцовой, более эффективной альтернативой ЦТС керамики.

**Функциональные структуры на основе графенсодержащих материалов для перспективных устройств микро- и нанoeлектроники.** Изготовлены, исследованы и испытаны лабораторные макеты высокочастотного фильтра, усилителя и преобразователя с применением ПАВ структур на основе графена с использованием тонких пленок (мембран) из нитрида кремния с низкими механическими напряжениями (нестехиометрические) толщиной 1 мкм, нанесенных на пластины Si ориентации (100) с помощью химического осаждения из паровой фазы низкого давления (LPCVD) из газовой смеси дихлорсилана (DCS),  $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$  и аммиака. Предложена усовершенствованная методика переноса графена на поверхность таких мембран. Подготовлены два типоразмера мембранных структур  $6,7 \times 6,7 \text{ мм}^2$  и  $0,52 \times 0,52 \text{ мм}^2$  покрытых графеном. Создан и испытан лабораторный макет ПАВ структуры «графен-сегнетоэлектрик» с использованием бидоменных кристаллов сегнетоэлектриков для подстройки частоты ПАВ при помощи приложения внешнего электрического поля. Показано, что механическая деформация монослоя графена приводит к линейному смещению G-пика графена на спектрах комбинационного рассеяния света. Была реализована схема устройства с подстройкой резонансной частоты, в которой графен и ВШП наносится на полированный торец бидоменного кристалла, а управляющие электроды - на полярные грани кристалла. Изгиб кристалла при приложении электрической разности потенциалов приводит к деформации слоя графена и изменению пути ПАВ, вызывая сдвиг резонансной частоты. По результатам работы сделан вывод о возможности применения в дальнейших исследованиях кристаллов ниобата лития  $Y+128^\circ$ -среза с ВШП и графеном на полированном торце кристалла, а также тонкопленочных мембран со слоями графена и с композитным строением, которое индуцирует пьезоэлектрический эффект.

**Формирование термостабильной структуры  $\text{Zn}_4\text{Sb}_3$  при высокоскоростной консолидации материала методом искрового плазменного спекания.**  $\beta\text{-Zn}_4\text{Sb}_3$  – это один из перспективных термоэлектрических материалов в диапазоне температур 300-700 К благодаря своей низкой теплопроводности и хорошим электрическим свойствам. Показано, что фаза  $\beta\text{-Zn}_4\text{Sb}_3$  получается с помощью SPS из синтезированного материала, взятого в стехиометрическом мольном соотношении с добавлением избыточного цинка. Обнаружено электролитическое разложение материала при пропускании импульсов постоянного тока во время искрового плазменного спекания при давлении 40 МПа. Электромиграция цинка приводит к образованию слоя, содержащего избыточный цинк на поверхности образца со стороны катода и к образованию обедненного цинком слоя, а именно:  $\text{ZnSb}$  на поверхности образца со стороны анода. Установлено, что для подавления электролитического разложения материала при пропускании импульсов постоянного тока во время процесса SPS необходимо прикладывать давление к материалу не менее 100 МПа. Такое давление снижает величину пропускаемого электрического тока через материал и позволяет устранить электромиграцию ионов цинка к катоду при SPS-процессе. Наименьшие значения теплопроводности наблюдали у однофазных образцов  $\text{Zn}_4\text{Sb}_3$ , полученных

при давлении SPS 100 МПа. Максимальное значение ZT ~ 1,28 при 673 К было получено для образца, синтезированного с избытком Zn 2,5 (вес.)% и спеченного при давлении SPS 100 МПа.

#### Основные публикации

1. Kubasov I.V., Kislyuk A.M., Turutin A.V., Bykov A.S., Kiselev D.A., Temirov A.A., Zhukov R.N., Sobolev N.A., Malinkovich M.D., Parkhomenko Y.N. Low-frequency vibration sensor with a sub-nm sensitivity using a bidomain lithium niobate crystal // *Sensors*. 2019. V. 19, N 3. P 614.

2. M. Popov, V. Churkin, D.Ovsyannikov, A. Khabibrakhmanov, A. Kirichenko, E. Skryleva, Y. Parkhomenko, M. Kuznetsov, S. Nosukhin, P. Sorokin, S. Terentiev, V. Blank. Ultrasmall diamond nanoparticles with unusual incompressibility // *Diamond and Related Materials*. 2019. V. 96. P. 52–57.

3. Shaikhaliyev A.I., Polisan A.A., Ivanov S.Y., Parkhomenko Y.N., Malinkovich M.D., Yarygin K.N., Arazashvili L.D. Effect of the surface of medical titanium endoprostheses on the efficiency of fibrointegration // *Journal of Surface Investigation*. 2019. V. 13 (4). pp. 644-651.

4. Vidal J.V., Turutin A.V., Kubasov I.V., Kislyuk A.M., Malinkovich M.D., Parkhomenko Y.N., Kobeleva S.P., Pakhomov O.V., Sobolev N.A., Kholkin A.L. Low-frequency vibration energy harvesting with bidomain LiNbO<sub>3</sub> single crystals // *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control*. 2019. V. 66, n 9. P. № 8686147, pp. 1480-1487.

5. Turutin A.V., Vidal J.V., Kubasov I.V., Kislyuk A.M., Kiselev D.A., Malinkovich M.D., Parkhomenko Y.N., Kobeleva S.P., Kholkin A.L., Sobolev N.A. Highly sensitive magnetic field sensor based on a metglas/bidomain lithium niobate composite shaped in form of a tuning fork // *J. of Magnetism and Magnetic Materials*. 2019. V. 486. P. 165209.

6. Bichurin M.I., Sokolov O.V., Leontiev V.S., Petrov R.V., Tatarenko A.S., Semenov G.A., Ivanov S.N., Turutin A.V., Kubasov I.V., Kislyuk A.M., Malinkovich M.D., Parkhomenko Y.N., Kholkin A.L., Sobolev N.A. Magnetoelectric effect in the bidomain lithium Niobate/Nickel/Metglas gradient structure // *Physica Status Solidi (B). Basic Research*. 2019. P. 1900398.

7. V. Privezentsev, A. Palagushkin, V. Skuratov, V. Kulikauskas, D. Kiselev. Nanovoid formation in polymethylmetacrylate film by swift heavy ion irradiation // *AIP Conference Proceedings*. 2019. V. 2064. P. 030014.

8. Borik M.A., Volkova T.V., Kuritsyna I.E., Lomonova E.E., Myzina V.A., Ryabochkina P.A., Tabachkova N.Y. Features of the local structure and transport properties of ZrO<sub>2</sub>-Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub> solid solutions // *Journal of Alloys and Compounds*. 2019. V. 770. p. 320-326.

9. Borik M.A., Borichevskij V.P., Bublik V.T., Kulebyakin A.V., Lomonova E.E., Milovich F.O., Myzina V.A., Ryabochkina P.A., Sidorova N.V., Tabachkova N.Y. Anisotropy of the mechanical properties and features of the tetragonal to monoclinic transition in partially stabilized zirconia crystals // *Journal of Alloys and Compounds*. 2019. V. 792, pp. 1255-1260.

#### Основные научно-технические показатели

– количество публикаций: статей – 48, в том числе: индексируемых в базе данных Web of Science – 48; из списка ВАК – 20;

– сотрудники кафедры приняли участие в 7 международных конференциях;

– количество объектов интеллектуальной собственности - 1 патент;

– победители конкурса «Умник»:

- аспирантка Ильина Т.С. «Разработка экологически безопасных и энергетически высокоэффективных бессвинцовых пьезокерамических материалов для электрохимического обезвреживания бытовых и промышленных сточных вод»;

- магистры гр. ММТМ-19-4-4 Рубцова К.И. «Разработка технологии формирования мембранно-электродного блока для микротопливных элементов на основе вариативной градиентно-пористой структуры кремния» и Силина М.Д. «Разработка технологии формирования полупроницаемых мембран для гемодиализа на основе пористых кремниевых структур».

- стипендиат программы Владимира Потанина магистр Рубцова К.И.

#### Контакты

**Пархоменко Юрий Николаевич** – заведующий кафедрой, д-р физ.-мат. наук, профессор

**Тел.:** (495) 638-45-46; **факс:** (499) 236-05-12

**E-mail:** parkh@rambler.ru

## КАФЕДРА МЕТАЛЛОВЕДЕНИЯ И ФИЗИКИ ПРОЧНОСТИ

**Никулин Сергей Анатольевич**  
Заведующий кафедрой,  
доктор технических наук, профессор



Отличительной чертой кафедры МиФП является широта охвата проблем – от исследования и разработки новых материалов и технологий их производства до создания интеллектуальных приборов и новейших методов исследования. За многие десятилетия активной научной и образовательной деятельности на кафедре создана признанная в мире научная школа конструирования материалов с высокой прочностью на основе управления их металлургическим качеством и структурой.

### **Основные научные направления деятельности кафедры**

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

### **Кадровый потенциал кафедры**

На кафедре работают: 5 профессоров; 11 доцентов; 1 старший преподаватель; 3 ассистента; 5 инженеров. Из них: 5 докторов наук, 15 кандидатов наук.

На кафедре обучаются 25 аспирантов, в т.ч. 4 иностранных граждан.

### **Наиболее крупные проекты**

В 2019 г. на кафедре выполнены две НИР по актуальным проектам ГК «Росатом», а также одна работа по гранту Президента РФ на общую сумму более 12 миллионов рублей:

1. Договор с АО «Тяжмаш» на тему «Экспериментальная оценка степени деградации механических свойств основного металла и сварных соединений материала корпуса УЛР и направляющей плиты после различных режимов термической обработки»

2. Договор с НПО «Луч» на тему «Разработка и изготовление системы контроля состояния сварных и паяных соединений концевых узлов ЭГК по сигналам акустической эмиссии»

5. Грант Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых-кандидатов наук (№ МК-6239.2018.8 на тему «Исследование закономерностей формирования структуры и механических свойств металлических гибридных материалов при мегапластической деформации под давлением»).

Ученые, аспиранты и студенты кафедры выполняют НИР в лаборатории «Гибридные наноструктурные материалы» НИТУ «МИСиС» под руководством к.т.н. А.А. Комиссарова.

### **Важнейшие научно-технические достижения**

Проведены исследования структуры и механических свойств низкоуглеродистых сталей 22К и 09Г2С для корпусов устройств локализации расплава реактора ВВЭР нового поколения в широком интервале температур от комнатной до 1200 °С в условиях, имитирующих техногенные аварии на АЭС.

Изготовлена система контроля состояния сварных и паяных соединений концевых узлов электрогенерирующего канала ядерной энергоустановки по сигналам акустической эмиссии.

Проведено комплексное исследование новой экономнолегированной инструментальной стали для горячего прессования при температурах до 800 °С, склонной к горячему наклепу.

Предложен режим термической обработки, способствующий снижению твердости исходной горячекатанной стали для последующей механической обработки. Установлены режимы деформационно-термической обработки, обеспечивающие эффективное упрочнение стали.

Предложен способ повышения термической стабильности нанокристаллических металлических материалов за счет создания в них мультислоистой структуры, сохраняющейся при высокотемпературных нагревах. Методом кручения под высоким давлением получен мультислоистый гибридный материал «сталь / ванадиевый сплав / сталь», термически стабильный при нагревах до температуры 700 °С.

Исследовано влияние больших пластических деформаций на структурно-фазовые превращения в новых эвтектических алюминиевых сплавах на основе Al-Ca. Обнаружена трансформация эвтектики  $Al_4Ca$  в нанокластеры и сегрегации, а также ее частичное растворение в алюминиевой матрице в ходе сдвиговой деформации под высоким давлением.

Методом ротационной ковки получены длинномерные биметаллические провода с медным стержнем и оболочкой из алюминиевого сплава диаметром до 2,4 мм, обладающие повышенной прочностью, и изучено влияние степени деформации ротационной ковкой на их структуру, фазовый состав и механические свойства.

Проведены комплексные исследования структуры и механических свойств биметаллических материалов «молибден-сталь», «алюминиевый сплав-сталь», полученных методом горячего изостатического прессования для ответственных элементов ракетно-космической техники.

Исследованы термо-кинетические параметры сталей из группы 12 %-ных хромистых жаропрочных с аномально высокой устойчивостью переохлаждённого аустенита к диффузионному распаду. Время инкубационного периода в некоторых из них превышает 1000 часов в сравнении с максимально наблюдавшимися до этого 100 часами. Обладая достаточно высокой жаропрочностью, стали исследованной группы могут найти применение в ядерной энергетике как устойчивые к сохранению мартенситной структуры в авариях с перегревом и аварийным охлаждением.

Разработана аналитическая модель кинетики рекристаллизации аустенита для углеродистых и нержавеющей хромо-никелевых сталей, учитывающая одновременно все параметры процесса: время, температуру, степень деформации. Уравнение Беломягцева-Молярова позволяет прогнозировать процессы изменения зёрновой структуры при горячей прокатке сталей исследованных классов.

Разработан алгоритм прямого совмещения изображений разнородных структур в единой системе координат (в масштабе образцов), позволяющий оценить взаимосвязь их строения, что важно для понимания механизмов технологической наследственности при производстве стали и прогноза совместного влияния разномасштабных структур на разрушение. Установлено, что разброс пластичности и вязкости по сечению крупных поковок из улучшаемой стали 38ХНЗМФА определяется дальними последствиями ликвации – наличием ферритных полей в микроструктуре и неравномерным размещением сульфидов.

С целью получения воспроизводимых и представительных оценок морфологии структур и изломов развиты метрологические основы их цифрового измерения.

#### **Подготовка специалистов высшей квалификации**

– бакалавриат по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» и профилю «Металловедение и термическая обработка металлов»;

– магистратура по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» и профилям «Инновационные конструкционные материалы» и «Металловедение и термическая обработка металлов»;

– аспирантура по направлению 22.06.01 «Технологии материалов».

#### **Основные публикации**

1. S.O. Rogachev, S.A. Nikulin, V.M. Khatkevich, R.V. Sundeev, D.A. Kozlov. High-pressure torsion deformation process of bronze/niobium composite // Transactions of Nonferrous Metals Society of China. 29 (2019) 1689-1695

2. S.O. Rogachev, E.A. Naumova, E.S. Vasileva, M.Yu. Magurina, R.V. Sundeev, A.A. Veligzhanin. Structure and mechanical properties of Al-Ca alloys processed by severe plastic deformation // Materials Science and Engineering A. 767 (2019) 138410

3. Махина Д.Н., Денисов В.Н., Перминова Ю.С., Бутрим В.Н., Никулин С.А. Структура и механические свойства биметалла молибден-сталь, полученного в условиях горячего изостатического прессования // Деформация и разрушение материалов. 5 (2019) 27-32

4. A.A. Stepashkin, D.Yu. Ozherelkov, Yu.B. Sazonov, A.A. Komissarov. Fracture toughness evolution of a carbon/carbon composite after low-cycle fatigue // Engineering Fracture Mechanics. 206 (2019) 442-451

5. N.R. Bochvar, O.V. Rybalchenko, D.V. Shangina, S.V. Dobatkin. Effect of equal-channel angular pressing on the precipitation kinetics in Cu-Cr-Hf alloys // Materials Science and Engineering: A. 757 (2019) 84-87

6. Kudrya A.V., Shabalov I.P., Velikodnev V.Y., Sokolovskaya E.A., Akhmedova T.S., Vasil'ev S.G. Possibilities of Statistical Analysis of Acceptance Test Results for Determining the Scale of Pipe Steel Quality Inhomogeneity // Metallurgist. 62 (2019) 1167-1172

7. E.E. Vorob'ev, M.M. Peregud, T.N. Khokhunova, O.Yu. Mileshekina, S.A. Bekrenev, V.A. Markelov, M.A. Shtremel'. Creep of Tubes under External Pressure // Russian Metallurgy (Metally). 2019 (2019) 1112-1124

8. M.Yu. Belomyttsev, A.V. Molyarov. Correlation of 12% Chromium Ferritic-Martensitic Steel Heat Resistance with Supercooled Austenite Stability Indices // Metallurgist. 63 (2019) 598-603

9. Filippov L.O., Filippova I.V., Lafhaj Z., Fornasiero D. The role of a fatty alcohol in improving calcium minerals flotation with oleate // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. 560 (2019) 410-417

#### **Основные научно-технические показатели**

– количество публикаций: учебно-методическое пособие – 2; статей – 66, в т.ч.: в научных журналах, индексируемых в базе данных WoS / Scopus – 51, в российских научных журналах из списка ВАК – 13;

– количество объектов интеллектуальной собственности – 2;

– количество конференций в которых участвовали сотрудники кафедры – 31;

– количество защищенных кандидатских диссертаций – 3;

– количество премий и наград за научно-инновационные достижения – 5.

Кафедра МиФП при поддержке РАН и РАЕН раз в два года проводит Евразийскую научно-практическую конференцию «Прочность неоднородных структур» (ПРОСТ).

#### **Защищенные кандидатские диссертации**

1. Мартыненко Н.С., тема «Высокопрочные коррозионностойкие ультрамелкозернистые магниевые сплавы для медицинского применения». Дисс ... к.т.н.

2. Нго Нгок Ха, тема «Оценка неоднородности разномасштабных структур в крупных поковках из улучшаемой стали 38ХНЗМФА и её влияния на разрушение». Дисс ... к.т.н.

3. Воробьев Е.Е., тема «Кинетика ползучести и неустойчивость циркониевых труб под давлением». Дисс ... к.ф.-м.н.

#### **Награды**

1. Комиссаров А.А. – Лауреат конкурса «Молодые ученые» за научно-исследовательскую работу «Разработка рулонного проката с повышенной хладостойкостью и коррозионной стойкостью для нефтегазовых труб нового поколения», «Металл-Экспо»

2. Комиссаров А.А. – диплом лучшего «Преподавателя-исследователя», НИТУ «МИСиС»

3. Добаткин С.В. – диплом за лучшую цитируемость, НИТУ «МИСиС»

#### **Контакты**

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

**Тел./факс:** (495) 955-00-91

**E-mail:** nikulin@misis.ru

**web:** www.mifp.misis.ru

## КАФЕДРА ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

**Диденко Сергей Иванович**

Заведующий кафедрой,  
кандидат физико-математических наук, доцент



### **Общая информация о кафедре – цели, задачи, перспективы научной деятельности**

1 Подготовка выпускников к научно-исследовательской деятельности в области разработки и производства компонентов и материалов для электронной аппаратуры, таких как СВЧ-компоненты и материалы; оптоэлектронные компоненты и материалы; силовые компоненты и материалы; радиационно-стойкие компоненты и материалы.

2 Организация и проведение фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований и разработок по профилю кафедры.

3 Удовлетворение потребности общества и государства в научно-педагогических кадрах высшей квалификации.

### **Основные научные направления деятельности кафедры**

– полупроводниковая оптоэлектроника – разработка и исследование новых типов полупроводниковых приемников и источников оптического излучения;

– радиационно-стойкие фотоприемники для калориметрических детекторов эксперимента ЛНСб, ЦЕРН;

– технология и анализ приборных структур на основе широкозонных соединений;

– детекторы на основе высокочистых эпитаксиальных слоев GaAs и алмаза;

– источники питания на основе преобразования ядерной энергии;

– оптоэлектронные приборы на основе перовскитных материалов;

– радиационная отбраковка и исследование радиационной стойкости полупроводниковых структур;

– оптоволоконные сенсоры.

### **Кадровый потенциал кафедры**

На кафедре работают: 4 профессора, 9 доцентов, 5 старших преподавателя, 3 ассистента, 25 сотрудников инженерно-технического состава, в том числе 4 доктора наук, 15 кандидатов наук и 3 ведущих международных ученых со степенью PhD. На кафедре обучаются 20 аспирантов.

В 2019 году выпускниками кафедры были защищены 18 выпускных квалификационных работ бакалавров, 13 магистерских диссертации и 1 выпускная квалификационная работа аспиранта.

### **Общий объем финансирования научно-исследовательских работ (госбюджет, х/д)**

Выполнены 4 проекта Министерства науки и высшего образования РФ и РНФ на общую сумму 31,4 млн. рублей.

### **Наиболее крупные проекты, выполненные в 2019 г. (более 5 млн. руб.)**

1. Проект в рамках госзадания (Номер НИР: 3.2794.2017/4.6) «Разработка спектрометрических и координатных полупроводниковых детекторов частиц для применения в экспериментах ядерной и ускорительной физики» (Министерство науки и высшего образования РФ, объем финансирования: 10 млн. руб., руководитель: к.ф.-м.н. Диденко С.И.)

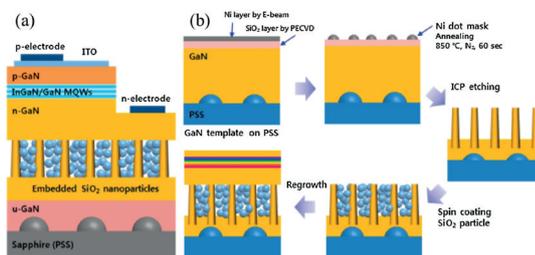
2. Проект «Широкозонные полупроводники и приборы на их основе», грант К2-2017-086 в рамках реализации Программы повышения конкурентоспособности НИТУ «МИСиС» среди ведущих мировых научно-образовательных центров (объем финансирования 7 млн. руб., руководитель проф. Поляков А.Я.)

3. Проект «Прототипы солнечных батарей (третьего поколения) с повышенной стабильностью на основе неорганических мезоструктур и гибридных материалов», грант К2-2017-025 в рамках реализации Программы повышения конкурентоспособности НИТУ «МИСиС» среди ведущих мировых научно-образовательных центров (объем финансирования 8,5 млн. руб., руководитель в.н.с. Альдо Ди Карло)

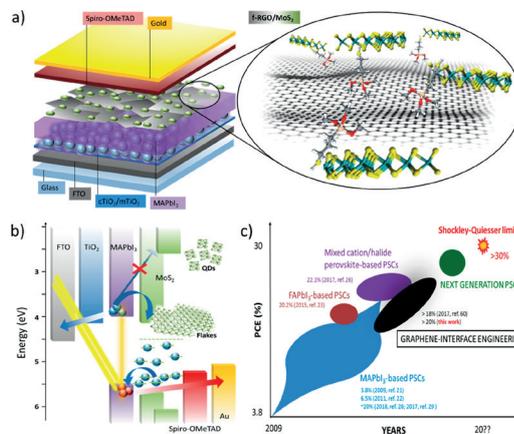
4. Проект РФФ №19-19-00409 «Исследование электрически активных точечных и протяженных дефектов в новом широкозонном полупроводнике  $\alpha$ - и  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, гетероструктурах и мембранах на их основе» (объем финансирования 5,9 млн. руб., руководитель проф. Поляков А.Я.)

**Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2019 г.**

- Исследовано влияние радиационных дефектов на характеристики приборных структур на основе Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;
- Выявлены закономерности влияния глубоких центров на характеристики зеленых светодиодов;
- Проведены испытания на радиационную стойкость фотоприемников, применяемых для calorиметрического детектора LHCb, ЦЕРН;
- Проведены исследования влияния легирующих примесей на характеристики оптических германо-силикатных и фосфо-силикатных волокон;
- Исследовано влияние двумерных материалов на характеристики перовскитных солнечных элементов;
- Изготовлены и исследованы детекторы тяжелых заряженных частиц на основе НРНТ и CVD-алмаза;



Схематические изображения структуры слоев голубых светодиодов и процесса их изготовления



**Перовскитные солнечные элементы**

**Подготовка специалистов высшей квалификации**

В 2019 году на кафедре обучалось 20 аспирантов. Саранин Д.С. защитил выпускную квалификационную работу.

**Основные публикации (в журналах Web of Science с импакт-фактором больше 5)**

1. Agresti, A., Pazniak, A., Pescetelli, S., Di Vito, A., Rossi, D., Pecchia, A., der Maur, M.A., Liedl, A., Larciprete, R., Kuznetsov, D.V., Saranin, D., Di Carlo, A. - Titanium-carbide MXenes for work function and interface engineering in perovskite solar cells - Nature Materials - Volume 18, Issue 11, 1 November 2019, Pages 1228-1234, IF=38,887

2. Di Girolamo, D., Matteocci, F., Kosasih, F.U., Chistiakova, G., Zuo, W., Divitini, G., Korte, L., Ducati, C., Di Carlo, A., Dini, D., Abate, A. - Stability and Dark Hysteresis Correlate in NiO-Based Perovskite Solar Cells - Advanced Energy Materials - Volume 9, Issue 31, 2019, Номер статьи 1901642, IF=24,884

3. Agresti, A., Pescetelli, S., Palma, A.L., Martín-García, B., Najafi, L., Bellani, S., Moreels, I., Prato, M., Bonaccorso, F., Di Carlo, A. - Two-Dimensional Material Interface Engineering for Efficient Perovskite Large-Area Modules - ACS Energy Letters - Volume 4, Issue 8, 9 August 2019, Pages 1862-1871, IF=16,331
4. O'Keeffe, P., Catone, D., Paladini, A., Toschi, F., Turchini, S., Avaldi, L., Martelli, F., Agresti, A., Pescetelli, S., Del Rio Castillo, A.E., Bonaccorso, F., Di Carlo, A. - Graphene-Induced Improvements of Perovskite Solar Cell Stability: Effects on Hot-Carriers - Nano letters - Volume 19, Issue 2, 13 February 2019, Pages 684-691, IF=12,279
5. Nia, NY; Lamanna, E; Zendehdel, M; Palma, AL; Zurlo, F; Castriotta, LA; Di Carlo, A - Doping Strategy for Efficient and Stable Triple Cation Hybrid Perovskite Solar Cells and Module Based on Poly(3-hexylthiophene) Hole Transport Layer - SMALL - Volume 15, Issue 49, 1 December 2019, Номер статьи 1904399, IF=10,856
6. Muratov, D.S., Ishteev, A.R., Lypenko, D.A., Vanyushin, V.O., Gostishev, P., Perova, S., Saranin, D.S., Rossi, D., Auf Der Maur, M., Volonakis, G., Giustino, F., Persson, P.O.A., Kuznetsov, D.V., Sinitskii, A., Di Carlo, A. - Slot-Die-Printed Two-Dimensional ZrS<sub>3</sub> Charge Transport Layer for Perovskite Light-Emitting Diodes - ACS Applied Materials and Interfaces - 2019, IF=8,456
7. Matteocci, F., Vesce, L., Kosasih, F.U., Castriotta, L.A., Cacovich, S.b., Palma, A.L., Divitini, G., Ducati, C, Di Carlo, A. - Fabrication and Morphological Characterization of High-Efficiency Blade-Coated Perovskite Solar Modules - ACS Applied Materials and Interfaces - Volume 11, Issue 28, 25 June 2019, Pages 25195-25204, IF=8,456
8. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E. - Search for Lepton-Flavor Violating Decays  $B^+ \rightarrow k^+ \mu^+ e^+$  - Physical Review Letters - Volume 123, Issue 24, 12 December 2019, Номер статьи 241802, IF=8,839
9. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E. Amplitude Analysis of  $B^{\pm} \rightarrow \pi^{\pm} K^+ K^-$  Decays Physical Review Letters Volume 123, Issue 23, 6 December 2019, Page 231802, IF=8,839
10. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E. - Measurement of Charged Hadron Production in Z -Tagged Jets in Proton-Proton Collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV - Physical Review Letters - Volume 123, Issue 23, 4 December 2019, Номер статьи 232001, IF=8,839
11. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E. Search for the Lepton-Flavor-Violating Decays  $B_s^0 \rightarrow \tau^{\pm} \mu^{\mp}$  and  $B^0 \rightarrow \tau^{\pm} \mu^{\mp}$  - Physical Review Letters - Volume 123, Issue 21, 22 November 2019, Номер статьи 211801, IF=8,839
12. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E. - Observation of New Resonances in the  $\Lambda_b^0 \pi^+ \pi^-$  System - Physical Review Letters - Volume 123, Issue 15, 11 October 2019, Номер статьи 152001, IF=8,839
13. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E. - Measurement of CP-Violating and Mixing-Induced Observables in  $B_s^0 \rightarrow \phi \gamma$  Decays - Physical Review Letters - Volume 123, Issue 8, 23 August 2019, Номер статьи 081802, IF=8,839
14. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E. - First Observation of the Radiative Decay  $\Lambda_b^0 \rightarrow \Lambda \gamma$  - Physical Review Letters - Volume 123, Issue 3, 15 July 2019, Номер статьи 031801, IF=8,839
15. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E. - Measurement of the Mass Difference between Neutral Charm-Meson Eigenstates - Physical Review Letters - Volume 122, Issue 23, 14 June 2019, Номер статьи 231802, IF=8,839
16. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E. - Observation of an Excited  $B_c^+$  State - Physical Review Letters - Volume 122, Issue 23, 11 June 2019, Номер статьи 232001, IF=8,839
17. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E. - Observation of a Narrow Pentaquark State,  $P_c(4312)^+$ , and of the Two-Peak Structure of the  $P_c(4450)^+$  - Physical Review Letters - Volume 122, Issue 22, 5 June 2019, Номер статьи 222001, IF=8,839
18. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E. - Observation of CP Violation in Charm Decays - Physical Review Letters - Volume 122, Issue 21, 29 May 2019, Номер статьи 211803, IF=8,839

19. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E. - Observation of  $B(s)0 \rightarrow j/\psi p$  Decays and Precision Measurements of the  $B(s)0$  Masses - Physical Review Letters - Volume 122, Issue 19, 17 May 2019, Номер статьи 191804, IF=8,839
20. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E. - Search for CP Violation in  $D-s(+)$   $\rightarrow K-S(0)\pi(+)$ ,  $D+ \rightarrow (KSK+)-K-0$ , and  $D+ \rightarrow \phi \pi(+)$  Decays - Physical Review Letters - "Том: 122, Выпуск: 19, Номер статьи: 191803, MAY 17 2019", IF=8,839
21. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E. - Search for Lepton-Universality Violation in  $B+ \rightarrow k^{++}$ -Decays - Physical Review Letters - Volume 122, Issue 19, 13 May 2019, Номер статьи 191801, IF=8,839
22. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E. - Model-Independent Observation of Exotic Contributions to  $B0 \rightarrow j/\psi K+\pi$  Decays - Physical Review Letters - Volume 122, Issue 15, 17 April 2019, Номер статьи 152002, IF=8,839
23. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E. - First Measurement of Charm Production in its Fixed-Target Configuration at the LHC - Physical Review Letters - Volume 122, Issue 13, 2 April 2019, Номер статьи 132002, IF=8,839
24. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E. - Observation of Two Resonances in the  $\Lambda b0 \pi^\pm$  Systems and Precise Measurement of  $\Sigma b^\pm$  and  $\Sigma b^{*\pm}$  Properties - Physical Review Letters - Volume 122, Issue 1, 11 January 2019, Номер статьи 012001, IF=8,839
25. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E. - Measurement of the Charm-Mixing Parameter  $\gamma_{CP}$  - Physical Review Letters - Volume 122, Issue 1, 8 January 2019, Номер статьи 011802, IF=8,839
26. Capasso, A., Bellani, S., Palma, A.L., Najafi, L., Del Rio Castillo, A.E., Curreli, N., Cina, L., Miseikis, V., Coletti, C., Calogero, G., Pellegrini, V., Di Carlo, A., Bonaccorso, F - CVD-graphene/graphene flakes dual-films as advanced DSSC counter electrodes - 2D Materials - Volume 6, Issue 3, 9 April 2019, Номер статьи 035007, IF=7,343
27. Rosário, C.M.M., Thöner, B., Schönhals, A., Menzel, S., Meledin, A., Barradas, N.P., Alves, E., Mayer, J., Wuttig, M., Waser, R., Sobolev, N.A., Wouters, D.J. - Metallic filamentary conduction in valence change-based resistive switching devices: The case of TaO: X thin film with  $x \sim 1$  - Nanoscale - Volume 11, Issue 36, 28 September 2019, Pages 16978-16990, IF=6,97
28. Abdel-Aal, S.K., Abdel-Rahman, A.S., Gamal, W.M., Abdel-Kader, a, Ayoub, H.S., El-Sherif, A.Fb, Kandeel, M.F., Bozhko, S., Yakimov, E.E., Yakimov, E.B. - Crystal structure, vibrational spectroscopy and optical properties of a one-dimensional organic-inorganic hybrid perovskite of  $[\text{NH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_3)\text{CH}_2]\text{BiCl}_5$  - Acta Crystallographica Section B: Structural Science, Crystal Engineering and Materials - Volume 75, 1 October 2019, Pages 880-886 6,732
29. Kim, J., Pearton, S.J., Fares, C., Yang, J., Ren, F., Kim, S., Polyakov, A.Y. - Radiation damage effects in Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> materials and devices - Journal of Materials Chemistry C - Volume 7, Issue 1, 2019, Pages 10-24, IF=5,976
30. Di Girolamo, D., Matteocci, F., Piccinni, M., Di Carlo, A., Dini, D. - Anodically electrodeposited NiO nanoflakes as hole selective contact in efficient air processed p-i-n perovskite solar cells - Solar Energy Materials and Solar Cells - 2019, Номер статьи 110288, IF=6,019
31. Barichello, J., Vesce, L., Matteocci, F., Lamanna, E., Di Carlo, A. - The effect of water in Carbon-Perovskite Solar Cells with optimized alumina spacer - Solar Energy Materials and Solar Cells - Volume 197, 1 August 2019, Pages 76-83, IF=6,019
32. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E. - Measurement of CP violation in the  $Bs0 \rightarrow \phi\phi$  decay and search for the  $B0 \rightarrow \phi\phi$  decay - Journal of High Energy Physics - Volume 2019, Issue 12, 1 December 2019, Номер статьи 155, IF=5,541
33. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E. - A search for  $\Xi_{cc}^{++} \rightarrow D+pK-\pi+$  decays - Journal of High Energy Physics - Volume 2019, Issue 10, 1 October 2019, Номер статьи 124, IF=5,541
34. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E. - Observation of the  $\Lambda b0 \rightarrow \chi c1(3872) pK-$  decay - Journal of High Energy Physics - Volume 2019, Issue 9, 1 September 2019, Номер статьи 28, IF=5,541
35. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E. - Measurement of CP observables in the process  $B0 \rightarrow DK^*0$  with two- and four-body D decays - Journal of High Energy Physics - Volume 2019, Issue 8, 1 August 2019, Номер статьи 41, IF=5,541

36. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E. - Near-threshold  $D$  (Formula presented.) spectroscopy and observation of a new charmonium state - Journal of High Energy Physics - Volume 2019, Issue 7, 1 July 2019, Номер статьи 35, IF=5,541

37. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E. - Amplitude analysis of the  $B(s)0 \rightarrow K^*0K^- * 0$  decays and measurement of the branching fraction of the  $B \rightarrow K^* 0K^- * 0$  decay - Journal of High Energy Physics - Volume 2019, Issue 7, 1 July 2019, Номер статьи 32, IF=5,541

38. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E. - Amplitude analysis of  $B_s 0 \rightarrow K_S 0 K \pm \pi \mp$  decays - Journal of High Energy Physics - Volume 2019, Issue 6, 1 June 2019, Номер статьи 114, IF=5,541

39. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E. - Erratum to: Measurement of  $\Upsilon$  production in pp collisions at  $s = 13$  TeV (Journal of High Energy Physics, (2018), 2018, 7, (134), 10.1007/JHEP07(2018)134) - Journal of High Energy Physics - Volume 2019, Issue 5, 1 May 2019, Номер статьи 76, IF=5,541

40. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E. - Study of the  $B 0 \rightarrow \rho(770)^0 K^* (892) 0$  decay with an amplitude analysis of  $B 0 \rightarrow (\pi^+ \pi^-)(K^+ \pi^-)$  decays - Journal of High Energy Physics - Volume 2019, Issue 5, 1 May 2019, Номер статьи 26, IF=5,541

41. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E. - Observation of the doubly Cabibbo-suppressed decay  $\Xi c^+ \rightarrow p\phi$  - Journal of High Energy Physics - Volume 2019, Issue 4, 1 April 2019, Номер статьи 84, IF=5,541

42. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E. - Dalitz plot analysis of the  $D^+ \rightarrow K^- K^+ K^+$  decay - Journal of High Energy Physics - Volume 2019, Issue 4, 1 April 2019, Номер статьи 63, IF=5,541

43. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E. - Measurement of the branching fractions of the decays  $D^+ \rightarrow K^- K^+ K^+$ ,  $D^+ \rightarrow \pi^- \pi^+ K^+$  and  $D s^+ \rightarrow \pi^- K^+ K^+$  - Journal of High Energy Physics - Volume 2019, Issue 3, 1 March 2019, Номер статьи 176, IF=5,541

44. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E. - Search for CP violation through an amplitude analysis of  $D 0 \rightarrow K^+ K^- \pi^+ \pi^-$  decays - Journal of High Energy Physics - Volume 2019, Issue 2, 1 February 2019, Номер статьи 126, IF=5,541

45. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E. - Prompt  $\Lambda c^+$  production in pPb collisions at  $\sqrt{s_{NN}}=5.02$  TeV - Journal of High Energy Physics - Volume 2019, Issue 2, 1 February 2019, Номер статьи 102, IF=5,541

46. Gets, D., Saranin, D., A., Haroldson, R., Danilovskiy, E., Makarov, S., Zakhidov, A. - Light-emitting perovskite solar cell with segregation enhanced self doping - Applied Surface Science - Volume 476, 15 May 2019, Pages 486-492, IF=5,155

#### Основные научно-технические показатели

- Количество публикаций: статей, индексируемых в базе данных Web of Science/Scopus – 131;
- Количество объектов интеллектуальной собственности – 4;
- Количество международных конференций, в которых приняли участие сотрудники кафедры – 22.

Аспиранты кафедры Ерманова Инга Олеговна и Гостищев Павел Андреевич выиграли стипендию Президента Российской Федерации для стажировки за рубежом. 3 аспиранта кафедры Кирилов Виктор Дмитриевич, Васильев Антон Андреевич и Комаричева Татьяна Олеговна стали победителями программы «У.М.Н.И.К.» Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере. Саранин Данила Сергеевич стал победителем Премии Правительства Москвы молодым ученым. Студенты бакалавриата Романов Андрей Андреевич, Григорьева Екатерина Вячеславовна и аспирант Кузьмина Ксения Андреевна стали победителями стипендии Правительства РФ обучающимся по приоритетным направлениям. Студентка бакалавриата Чапыгина Полина Леонидовна выиграла стипендию Президента РФ обучающимся по приоритетным направлениям

#### Контактные реквизиты подразделения

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

Тел./факс: (499) 237-21-29

E-mail: sdi13@mail.ru

## КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ И КВАНТОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Мухин Сергей Иванович**

Заведующий кафедрой,  
доктор физико-математических наук, профессор



### Задачи и перспективы научной деятельности

Наша эпоха знаменательна тем, что квантовая физика превращается в основу производительных сил человечества. Квантовая природа информации, пройдя через математику и информатику, достигла другой ветви прогресса – квантовой инженерии, и этот стык наук лежит в основе продвижения «переднего фронта» преобразований. Именно на этом междисциплинарном стыке и видятся перспективы научных исследований кафедры ТФКТ. В этой связи, кафедра открыла в 2019 году две новые магистерские программы: по направлению Техническая физика: «Квантовые технологии материалов и устройств»; и iphd (интегрированная магистратура-аспирантура) по направлению Физика: «Квантовое материаловедение». Обучение обеспечено с привлечением ППС НИТУ МИСиС и сотрудников Российского квантового центра (РКЦ), МИАН им. Стеклова, других институтов РАН, в которых

трудятся ППС кафедры. Основные цели, задачи и перспективы научной деятельности кафедры Теоретической физики и квантовых технологий:

– исследование коллективных свойств квантовой материи методами физики конденсированных сред, в частности, построение теории сверхпроводящих квантовых цепей, кубитов, топологических материалов и разработка методов диагностики квантовых состояний макроскопических систем

– подготовка исследовательских и инженерных кадров в области квантовой инженерии сверхпроводящей электроники

– применение идей и методов физики многих тел к задачам биофизики липидных мембран с встроенными белками и к проблеме математического моделирования процесса слияния вирусной мембраны с клеточной путем образования пор

Кафедра ТФКТ тесно сотрудничает с лабораториями Сверхпроводящих метаматериалов и Моделирования и разработки новых материалов МИСиС, созданных по 220-му постановлению Правительства РФ и проекту ФПИ, ЦКП МИСиС «Материаловедение и металлургия», НИИ РАН: ФИ им. Лебедева, ИФХЭ им. Фрумкина, ИТПЭ, Российским квантовым центром, а также с рядом зарубежных университетов Европы и Азии (Лейденский университет, университет Бохум, университет Линчепинг и др.).

На кафедре действуют лицензированные в Агенствах ASIIN и EUR-ACE магистерские программы: «Quantum physics for advanced materials engineering», «Физика наносистем»; для аспирантов: «Физика конденсированного состояния и квантовые технологии» по направлению «Физика и астрономия».

### Основные научные направления деятельности кафедры:

1. Сильно коррелированные электронные системы, теоретико-полевые и экспериментальные исследования (проф. К.Б. Ефетов, проф. С.И. Мухин, проф. П.Д. Григорьев, проф. А.В. Карпов, доц. А.А. Башарин, доц. Я.И. Родионов, с.н.с. М.В. Фистуль, с.н.с. И.М. Еремин):

- «временные кристаллы» и механизм высокотемпературной сверхпроводимости,
- фазовые переходы в мультиферроиках с топологическими дефектами,
- электродинамика микроволнового излучения в системах джозефсоновских контактов,
- кулоновская блокада, неравновесные квантовые состояния ферми-систем
- новые железосодержащие сверхпроводники в сильном магнитном поле

2. Исследования биомембран (доц. С. А. Акимов, ст. преп. Т.Р. Галимзянов, н.с. Б.Б. Хейфец, проф. С.И. Мухин):

– термодинамика и механика мультикомпонентных биомембран,  
– микроскопическое моделирование липидных и болалипидных мембран с помощью разработанной на кафедре модели гибких струн

3. Квантовая криптография (рук.: проф. В.В. Макаров)

4. Упругие фазовые переходы в твердых телах (рук.: проф. Ю.Х. Векилов): расчет из первых принципов (DFT) электронных и фононных спектров твердых тел при высоких давлениях и температурах

5. Терагерцовые квантовые каскадные лазеры, квантоворазмерные резонансные туннельные структуры для солнечной энергетики (рук.: доцент М.П. Теленков)

6. Теория кристаллизации, механизм роста кластеров твердой фазы, кинетика фазовых переходов в металлических расплавах (рук.: доцент И.А. Иванов):

### **Кадровый потенциал подразделения**

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

– 5 профессоров (средний возраст 58 лет),

– 6 доцентов (средний возраст 38 лет),

– 1 старший преподаватель (возраст 36 лет),

– 6 научных сотрудников по грантам К2 «5-100» и РФФИ с международным опытом,

– 24 аспиранта,

– 2 постдока.

### **Наиболее крупные проекты, выполненные в 2019 г.**

В 2019 году общий объем проектного финансирования кафедры составил более 18 млн. рублей. На кафедре велись научно-исследовательские работы в рамках:

– базовой и проектной частей по государственному заданию Минобрнауки РФ «Мультимасштабное моделирование и экспериментальное исследование нано-структурированных электронных и молекулярных систем» (рук. А.В. Карпов),

– инфраструктурного проекта К2 «Коллективные свойства квантовой материи» по программе «5-100» (рук. К.Б. Ефетов),

– инфраструктурного проекта К2 «Квантовые кооперативные явления в оксидах и халькогенидах переходных металлов» (рук. А.Н. Васильев),

– гранта РФФИ-DFG «Квантовая Динамика Джозефсоновских Вихрей» (рук. М.В. Фистуль)

– гранта РФФИ «Компоненты самособирающихся плёнок и покрытий с управляемой эластичностью. Способы проектирования и синтеза» (рук. И.А. Болдырев).

### **Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2019 г.**

На кафедре успешно выполнен 4-й этап инфраструктурных проектов программы «5-100»: № К2-2017-085 «Коллективные явления в квантовой материи» под руководством ведущего ученого, профессора К.Б. Ефетова, и № К2-2017-084 «Квантовые кооперативные явления в оксидах и халькогенидах переходных металлов» под руководством ведущего ученого, профессора А.Н. Васильева, а также 2-й этап гранта РФФИ №17-79-20440 «Компоненты самособирающихся плёнок и покрытий с управляемой эластичностью. Способы проектирования и синтеза» под руководством к.х.н. И.А. Болдырева и 1-й этап гранта РФФИ -DFG «Квантовая Динамика Джозефсоновских Вихрей».

Итоги работы в 2019г. отражены в научных публикациях сотрудников и аспирантов кафедры в высокорейтинговых физических журналах (из них 24 в журналах Q1 и 40 в журналах Q2). Основные результаты достигнуты в различных областях физики и биофизики. Решенные задачи отражены в публикациях, некоторые наиболее заметные из которых приведены ниже.

### **Основные публикации и научно-технические показатели**

Сотрудникам и аспирантам кафедры принадлежат в 2019 году 66 публикаций в научных журналах индексируемых в базе данных Web of Science. В частности, опубликованы в журналах: первого квартиля (Q1)- 24 статьи, второго квартиля (Q2) - 40 статей, третьего квартиля (Q3) – 2 статьи. Среди них:

– **Physical Review Letters**: “Knight Shift and Leading Superconducting Instability From Spin Fluctuations in Sr<sub>2</sub>RuO<sub>4</sub>”, И.М. Еремин и др.

- **Physical Review B**: “Mean-field thermodynamic quantum time-space crystal: Spontaneous breaking of time-translation symmetry in a macroscopic fermion system”, К.Б. Ефетов
- **Physical Review B (Rapid Comm editor’s suggestion)**: “Classes of metastable thermodynamic quantum time crystals“, С.И. Мухин, Т.Р. Галимзянов
- **Physical Review A**: “Electromagnetic-wave propagation through an array of superconducting qubits: Manifestations of nonequilibrium steady states of qubits”, М.В. Фистуль, М.А. Ионцев
- **New Journal of Physics**: “Quasiparticle Interference and Symmetry of Superconducting Order Parameter in Strongly Electron-Doped Iron-based Superconductors”, И.М. Еремин и др.
- **Physical Review Letters**: “Quantum Vortex Core and Missing Pseudogap in the Multiband BCS-BEC Crossover Superconductor FeSe”, И.М. Еремин и др.
- **Physical Review E**: “Phase transitions and pattern formation in ensembles of phase-amplitude solitons in quasi-one-dimensional electronic systems”, П.И. Карпов, С.А. Бразовский
- **Physical Review E**: “Origin of lipid tilt in flat monolayers and bilayers”, Б.Б. Хейфец, С.И. Мухин, Т.Р. Галимзянов
- **Physical Review E**: “Lipid lateral self-diffusion drop at liquid-gel phase transition”, Б.Б. Хейфец, Т.Р. Галимзянов, С.И. Мухин
- **Inorg. Chem.**: “Crystal structures and low-dimensional ferromagnetism of novel sodium nickel phosphates  $\text{Na}_3\text{Ni}_2(\text{PO}_4)_3(\text{H}_2\text{O})$  and  $\text{Na}_6\text{Ni}_2(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$ ”, О.В. Максимова, Л.В. Шванская, А.Н. Васильев
- **Phys. Rev. B**: “Damping and softening of transverse acoustic phonons in colossal magnetoresistive  $\text{La}_{0.7}\text{Ca}_{0.3}\text{MnO}_3$  and  $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$ ”, Д.А. Шулятев
- **Phys. Rev. E**: “Membrane-mediated interaction of amphipathic peptides can be described by a one-dimensional approach”, О.В. Кондрашов, Т.Р. Галимзянов, И. Джименез-Мунгуя, С.А. Акимов

Сотрудники и аспиранты кафедры выступили в 2019 году:

- с приглашенными устными докладами на **20** международных конференциях
- со стендовыми докладами на **7** международных конференциях

#### **Подготовка специалистов высшей квалификации**

В 2019 году защитили кандидатские диссертации аспиранты кафедры ТФКТ: Б.О. Мухамедов, А. Оспанова.

#### **Премии и награды за научно-инновационные достижения**

Студенты и аспирант группы iphd ТФКТ стали победителями:

**Бугакова Анастасия**: 74-е Дни Науки победитель

Конкурс проектных работ имени Бочвара; победители

**Кожокарь Мария**: Конкурс проектных работ имени Бочвара; победитель

**Алмазова Наталья**: Конкурс проектных работ имени Бочвара; победитель

**Кешарпу Каушал Кумар (аспирант)**: выиграл грант «Молодой ведущий ученый» фонда «Базис» (на 3 года)

#### **Контакты**

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

**Тел./факс:** (495) 955-00-62

**E-mail:** dis08@misis.ru

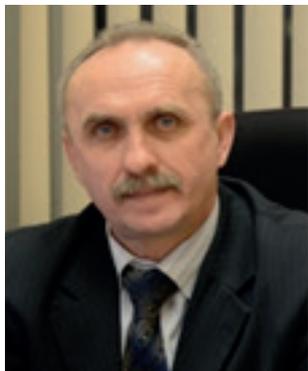
**Смирнова Екатерина Александровна** – ученый секретарь

**Тел./факс:** (495) 638-44-69

**E-mail:** ekaterina.smirnova@misis.ru

## КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

**Савченко Александр Григорьевич**  
Заведующий кафедрой,  
кандидат физико-математических наук



### **Общая информация о кафедре Стратегическая цель деятельности кафедры**

На основе уникального опыта, репутации, кадрового потенциала, систематически развивая инфраструктуру (в том числе её приборно-инструментальную, методическую, аналитическую и информационную составляющие), используя возможности кооперации и расширяя базу для коммерциализации передовых разработок, привлекая специалистов высшей квалификации, исследовательскую технологическую инфраструктуру научно-исследовательских организаций-партнёров, **проведение работы по развитию и совершенствованию** системы подготовки и переподготовки кадров, в том числе высшей квалификации, для наукоёмких отраслей российской экономики и проведения исследований и разработок мирового уровня в области физического материаловедения, физики и технологии магнитотвёрдых материалов (МТМ) и наноматериалов (НМ) в частности, магнитных материалов биомедицинского назначения, структурной диагностики и экспертизы материалов с особыми физическими свойствами.

### **Задачи и перспективы научной деятельности**

Научно-исследовательская деятельность кафедры направлена на решение как фундаментальных проблем физики магнитных явлений, физического материаловедения функциональных материалов, в том числе НМ, так и практических задач, связанных с разработкой новых и оптимизацией существующих композиций МТМ (в микро- и нанокристаллическом состоянии), аморфных и нанокристаллических материалов с особыми физическими свойствами, магнитных материалов биомедицинского назначения, включая материалы для диагностики (контрастные агенты), терапии (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, мёсбауэровской спектроскопии, высокоразрешающей калориметрии и термогравиметрического анализа, комплексных исследований магнитных свойств.

12 позиция в рейтинге 35 выпускающих кафедр НИТУ «МИСиС»

### **Основные научные направления деятельности кафедры**

**Физика, разработка и получение сплавов со специальными свойствами**, в том числе:

– физика магнитных явлений и прикладной магнетизм – исследование закономерностей формирования высококоэрцитивного состояния (ВКС) в микро- и нанокристаллических сплавах, а также процессов перемагничивания постоянных магнитов;

– физическое материаловедение магнитомягких материалов, в том числе, изучение влияния различных внешних факторов на процессы перемагничивания аморфных, микро- и нанокристаллических сплавов;

– физическое материаловедение МТМ – исследование закономерностей формирования ВКС в сплавах систем Fe-Cr-Co, Fe-Al-Ni(-Co), РЗМ-Fe-B (РЗМ – редкоземельные металлы), Sm-Co, Sm-Fe-N, Sm(Co,Fe,Cu,Zr)<sub>z</sub>, Fe-M-O (M – Ba, Sr, РЗМ и др.) и магнитотвёрдых обменно-связанных наноконкомпозитах;

**Наноматериалы и нанотехнологии**, в том числе:

– разработка методов синтеза и исследование оксидных и керамических магнитных и магнитоэлектрических наноматериалов, в том числе наночастиц типа ядро/оболочка, димерных и гибридных наночастиц для биомедицинских применений;

— оптимизация существующих и разработка новых способов получения, исследование наноструктурированных МТМ на основе РЗМ сплавов систем РЗМ-Fe-B и Sm-Fe-N;

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

**Разработка методов структурного анализа и измерения физических свойств**, в том числе, разработка методов получения и исследование закономерностей формирования структуры и магнитных свойств НМ на основе оксидов железа.

**Разработка методик измерения** статических и динамических характеристик магнитомягких и магнитотвёрдых материалов, в том числе в интервале температур, с использованием современных измерительных комплексов и установок.

**Компьютерное моделирование материалов и технологических процессов**, в том числе, с использованием метода молекулярной динамики, моделирование ранних стадий мартенситных превращений, включая образование и сверхзвуковой рост мартенситных нанокристаллов, влияния размера наночастиц на температуру плавления и др.

**Стандартизация и сертификация магнитных материалов и технологий.**

**Кадровый потенциал кафедры**

**На кафедре работают:**

6 профессоров, 17 доцентов, 2 старших преподавателя, 4 ассистента, 2 ведущих эксперта, 1 эксперт, 2 ведущих инженера, 9 инженеров.

**из них:**

3 доктора физико-математических наук, 1 доктор химических наук, 1 доктор биологических наук, 17 кандидатов физико-математических наук, 4 кандидата технических наук, 2 кандидата химических наук. На кафедре обучаются 19 аспирантов.

**Наиболее значимые проекты, выполненные в 2019 году**

В 2018 г. выполнялись 3 НИР, в том числе 1 НИР по договору с ОАО «Спецмагнит» (рук. Савченко А.Г.) и 2 НИР по договорам с ИМЕТ РАН им. А.А. Байкова (рук. Менушенков В.П.).

В рамках одной из НИР по договору с ИМЕТ РАН им. А.А. Байкова выполнено моделирование и исследование процессов перемагничивания высокоанизотропных магнитотвёрдых сплавов на основе систем Nd-Fe-B и Ce-Fe-B для высокоэнергетических постоянных магнитов и разработка основ повышения их магнитных свойств и температурной стабильности.

На основании анализа информационных источников (более 140 научных публикаций) сформулированы основные направления работы по изучению влияния церия на свойства постоянных магнитов на основе соединения  $Nd_2Fe_{14}B$ : (а) разработка алгоритма и программы для моделирования петель гистерезиса одноосных магнитотвёрдых материалов с учётом первых двух констант магнитокристаллической анизотропии ( $K_2 > 0$ , константа анизотропии  $K_1$  может быть как больше, так и меньше нуля); (б) моделирование и анализ петель гистерезиса квазитройных интерметаллических соединений  $(Nd_{1-x}Ce_x)_2Fe_{14}B$  ( $x = 0 \dots 1$ ) в диапазоне температур от 0 до 300 К; в) моделирование и анализ петель гистерезиса смесей интерметаллических соединений номинального состава  $(1 - v) Nd_2Fe_{14}B + v Pr_2Fe_{14}B$ , где  $v$  – объёмная доля фазы  $Ce_2Fe_{14}B$ ,  $0 \leq v \leq 1$ , в диапазоне температур от 0 до 300 К.

Рассмотрены феноменологические основы магнитокристаллической анизотропии и спиновой переориентации в соединениях РЗМ с переходными металлами. Рассмотрено влияние замещений РЗМ, 3d-металлов и атомов внедрения на спин-переориентационные переходы. Определены способы решения задач разработки алгоритма и программы для моделирования гистерезисных свойств МТМ.

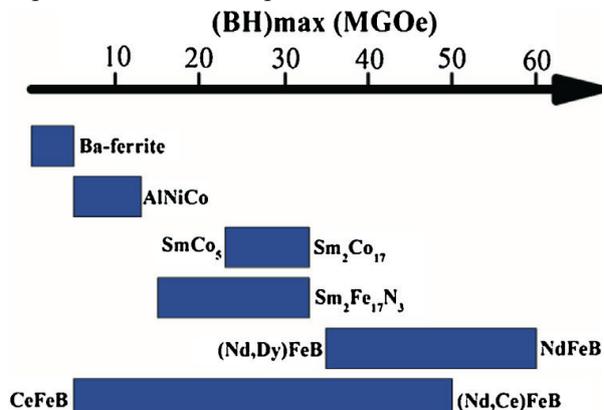


Рис. 1.  $(BH)_{max}$  различных типов постоянных магнитов

На основе разработанного алгоритма и модели для расчета петель гистерезиса МТМ с одноосной кристаллической решеткой и проведено моделирование кривых размагничивания и петель гистерезиса МТМ на основе соединения  $(Nd_{1-x}Ce_x)_2Fe_{14}B$ . Установлено, что легирование соединения  $Nd_2Fe_{14}B$  церием до содержания  $x = 0.90 \dots 0.95$ , во-первых, приводит к неполному устранению отрицательного влияния спин-переориентационного фазового перехода на величину остаточной намагниченности соединения  $(Nd_{1-x}Ce_x)_2Fe_{14}B$ , во-вторых, незначительно уменьшает наклон кривой размагничивания и практически не делает спинку петли гистерезиса более прямоугольной. Легирование сплавов на основе  $Nd_2Fe_{14}B$  церием до содержания  $x = 0.90 \dots 0.95$  незначительно повышает температурную стабильность гистерезисных характеристик постоянных магнитов на основе легированных сплавов для обеспечения их работы при низких температурах без потери магнитных свойств.

Проведено моделирование процессов перемагничивания смеси МТМ с различным сочетанием констант МКА на примере смесей интерметаллических соединений  $Nd_2Fe_{14}B + Ce_2Fe_{14}B$  с различным содержанием компонентов. Показано, что основной вклад в скругление петель гистерезиса в отрицательных полях, близких к коэрцитивной силе, происходит благодаря эффекту спин-переориентационного фазового перехода в  $Nd_2Fe_{14}B$ . Ступенька на петлях в сильных отрицательных полях наблюдается благодаря вкладу более высокоанизотропного соединения  $Ce_2Fe_{14}B$ . Полученные результаты показывают, что увеличение содержания соединения  $Ce_2Fe_{14}B$  в смеси рассматриваемых фаз может способствовать повышению температурной стабильности гистерезисных характеристик постоянных магнитов, приготовленных в виде магнитоластов из смесей  $(1 - v) Nd_2Fe_{14}B + v Ce_2Fe_{14}B$ , и обеспечить их работу при низких температурах без потери магнитных свойств только при достаточно высоких значениях параметра  $v \geq 0.90$ .

Актуальность полученных результатов определяется запросом инновационных секторов экономики (микро- и наноэлектроника, электротехника, авиационно-космическая техника и др.) использующих высокоэнергетические постоянные магниты на основе  $Nd_2Fe_{14}B$  при пониженных температурах, и, как следствие, повышенными требованиями к разработке новых композиций и методов получения постоянных магнитов, сочетающих высокие магнитные свойства и высокие показатели температурной стабильности. Результаты работы могут быть использованы при проведении опытно-технологических работ, направленных на создание технологий получения постоянных магнитов на основе соединений  $Nd_2Fe_{14}B$  и  $Ce_2Fe_{14}B$  с улучшенными технико-экономическими характеристиками, в частности, способных работать при низких температурах без существенного снижения магнитных свойств.

#### Важнейшие научно-технические достижения кафедры в 2019 году

1. Исследование структуры и магнитных свойств микроскопических фаз в литых и быстрозакаленных сплавах Fe-Nd методами ТЕМ, АРТ и ХМCD.

Проведено комплексное исследование структуры и магнитных свойств микроскопических фаз в литых и быстрозакаленных сплавах Fe-Nd методами просвечивающей электронной микроскопии (ТЕМ), атомно-зондовой томографии (АРТ) и рентгеновского магнитного кругового дихроизма (ХМCD).



Атомно-зондовый томограф LEAP 4000XHR

Установлено, что в структуре быстрозакаленных сплавов  $Fe_{28}Nd_{72}$  и  $Fe_{50}Nd_{50}$  в аморфоподобной матрице присутствуют кластеры с высоким содержанием Nd и Fe. Состав Nd-rich кла-

стеров различен ( $\approx 99,8$  и  $86$  ат. % Nd соответственно), состав Fe-rich кластеров близок к  $\text{Fe}_5\text{Nd}$  ( $83,3$  ат. % Fe). Эта фаза, вероятно, является ферромагнитной с  $T_C \approx 370$  К. Терромагнитный анализ образцов быстрозакаленных сплавов  $\text{Fe}_{28}\text{Nd}_{72}$  и  $\text{Fe}_{50}\text{Nd}_{50}$  показал три ферромагнитных превращения: температуры Кюри  $\approx 450$  и  $540$  К связаны с аморфно подобной матрицей (состав  $\approx 28$  и  $\approx 50$  ат. % Fe, соответственно). Магнитные превращения при  $\approx 55$  и  $120$  К, соответственно, могут быть связаны с нанокластерами Nd-rich твердого раствора с ГЦК-структурой. При  $\approx 30$  К кластеры из чистого Nd (ГЦК) переходят в ферромагнитное состояние. Анализ кривых  $H_{ci}^{1/2}(T^{2/3})$  при  $T$  выше  $100$  К показывает практически линейную зависимость коэрцитивной силы от температуры, что демонстрирует согласие с моделью сильного закрепления доменных стенок, развитую Гонтм. При температурах ниже  $100$  К имеют место отклонения от линейной зависимости  $H_{ci}^{1/2}(T^{2/3})$ , вероятно, из-за разного механизма коэрцитивной силы при температурах выше и ниже  $100$  К.

Использование элементарно-селективного XMCD-метода для изучения магнитных свойств микроскопических магнитных фаз в наноструктурированных сплавах Fe-Nd показало эффективность этого метода для характеристики магнитных фазы в структуре литых и быстрозакаленных сплавов Fe-Nd и позволило оценить их вклад в процессы намагничивания и коэрцитивную силу этих сплавов. (доц. Менушенков В.П., доц. Щетинин И.В.).

2. С использованием методов рентгеноструктурного анализа, измерения магнитных свойств, ПЭМ, рентгенофлуоресцентного анализа и мессбауэровской спектроскопии (рис. 2) проведено исследование структурных превращений и изменения магнитных свойств наноконкомпозитных сплавов  $\text{Nd}_{16,2}\text{Fe}_{bal}\text{Co}_{9,9}\text{Ga}_{0,5}\text{B}_{7,5}$  (SG1, SG2) и  $\text{Nd}_{15,0}\text{Fe}_{bal}\text{Ga}_{2,0}\text{B}_{7,3}$  (SG3), полученных методом закалки расплава в состояниях после закалки и после отжига при температурах  $560$ – $650$  °С, 30 мин. В состоянии после закалки в сплавах присутствуют аморфная фаза и кристаллическая фаза  $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$  ( $P4_2/mnm$ ). Содержание аморфной фазы составляло от  $20$  до  $50\%$  и зависело от скорости охлаждения. Отжиг сплавов привел к кристаллизации аморфной фазы с образованием фазы  $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$  и к увеличению коэрцитивной силы сплавов (до  $1840$  кА/м ( $23.1$  кЭ) после отжига при  $600$  °С, 30 мин). В сплаве с максимальной коэрцитивной силой размер зерен фазы  $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$  находился в пределах  $50$ – $70$  нм с обогащенной Nd фазой между ними. (доц. Щетинин И.В., асп. Железный М.В., инж. Бордюжсин И.Г., А.Г. Савченко, ст. преп. Могильников П.С.)

3. Продолжены исследования влияния терромагнитной обработки в малом (ненасыщающем) продольном поле на магнитные свойства аморфных сплавов. Изучена кинетика изменения магнитных свойств кольцевых образцов аморфного сплава 30КСР в результате отжига без поля и в магнитном поле ниже поля насыщения. Показано, что терромагнитная обработка в поле, близком к полю максимальной проницаемости, позволяет получить низкую коэрцитивную силу и повышенную низкополевую проницаемость без формирования в сплаве магнитной текстуры. (доц. Введенский В.Ю., ст. Гаврилов А.А.)

4. Рассмотрена применимость интерполяционной модели с использованием дробно-линейной функции для описания петли магнитного гистерезиса аморфных сплавов. Предложена модифицированная модель, учитывающая как обратимую, так и необратимую составляющие намагниченности. На примере аморфного сплава 30КСР показана статистическая адекватность модели с погрешностью аппроксимации, не превышающей погрешность измерений магнитной индукции. (доц. Введенский В.Ю.)

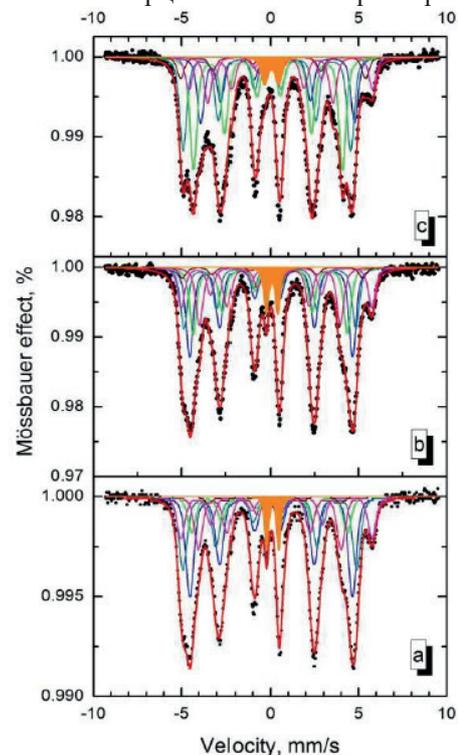
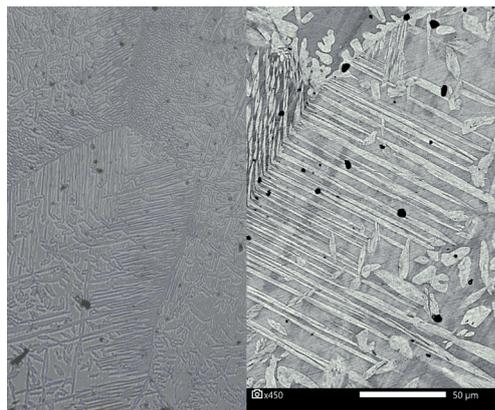


Рис. 2. Мессбауэровские спектры образцов SG1 (a), SG2 (b) и SG3 (c) после отжига при  $600$  °С в течение 30 минут



**Рис. 3.** Фото микроструктуры образца сплава Fe-22% Cr-15% Co после отжига при температуре 900 °С, 1 час: (а) металлографический микроскоп  $\times 10$ ; б) СЭМ  $\times 450$

5. Изучены фазовые превращения в сплавах Fe-22 % Cr-15 % Co и Fe-25 % Cr-14 % Co-3 % Mo-1 % Ti в температурном интервале от 600 до 1200 °С. Использовались методы калориметрического, дилатометрического и рентгеноструктурного анализов. Установлены температурные интервалы выделения из  $\alpha$ -фазы  $\gamma$ - и  $\sigma$ -фаз. Методом сканирующей электронной микроскопии изучены микроструктуры сплавов для определения формы и места выделений  $\gamma$ - и  $\sigma$ -фаз. Показано, что игольчатые выделения, выделяющиеся по границам зерен  $\alpha$ -фазы, прорастающие глубь зерна и обогащенные железом и кобальтом, соответствуют  $\gamma$ -фазе, а мелкодисперсные выделения, обогащенные хромом (во втором сплаве и молибденом) –  $\sigma$ -фазе. Вторая фаза выделяется как по границам зерен, так и в объеме зерен  $\alpha$ -фазы, рис. 3. (доц. Жуков Д.Г., инж. Дорофиевич И.В., доц. Перминов А.С., асп. Корнилова Д.С., ст. Жуков А.А.).

6. Выполнены исследования влияния отжигов на уровень магнитных потерь в аморфных сплавах на основе железа, кобальта, железо-кобальт с ниобием и сплавов типа FINEMET. Исследовались аморфные ленты и микропровода в стеклянной оболочке. Показано, что потери на перемагничивание в лентах существенно ниже, чем в микропроводах. Установлено, что в случае аморфно-нанокристаллического состояния сплавов на основе железа удельные потери на перемагничивание ниже, чем в исходном аморфном состоянии. Показано, что в исследованных лентах сплава типа FINEMET соотношение потерь на вихревые токи и на гистерезис зависят не только от частоты перемагничивания, но и от величины магнитной индукции  $B_{max}$  – чем выше индукция, тем больше вклад потерь на вихревые токи. Установлено, что в сплавах на основе железо-кобальт с ниобием в интервале частот перемагничивания от 50 до 400 Гц потери за цикл перемагничивания практически не зависят от частоты. (доц. Шуваева Е.А., студенты Отеулиев Б.Б., Миронов А.В., Саракуева А.Э.).

7. Исследован механизм обратимого изменения коэрцитивной силы при термообработке «порча-восстановление» в сплаве типа  $Sm(Co,Fe,Cu,Zr)_{7,5}$ .

Кратковременный нагрев магнитов до высокой температуры после проведения всего технологического цикла приводит к резкому уменьшению их коэрцитивной силы. В дальнейшем эта термообработка называется «порчей», так как вызывает резкое снижение коэрцитивной силы. Последующее проведение технологического охлаждения со скоростью 1.7 °С/мин. От 800 °С до 400 °С. позволяет полностью восстановить магнитные свойства. Эта термообработка получила название «восстановление». Исследование природы обратимого изменения коэрцитивной силы постоянных магнитов при циклической термической обработке важно по целому ряду причин.

Проведенный анализ результатов исследования и литературных данных по обратимости коэрцитивной силы при циклических термообработках показывает, что понимание причин этого явления тесно связано с изучением природы высококоэрцитивного состояния в сплавах. На примере сплава  $Sm(Co,Fe,Cu,Zr)_{7,5}$  показано, что существенная обратимость коэрцитивной силы связана с одновременным влиянием целого ряда факторов: изменением толщины фазы  $SmCo_5$ , увеличением внутренних напряжений на границе фаз, усилением влияния магнитостатического взаимодействия между микрообъемами и изменением соотношения между размагничивающим полем микрообъема и его коэрцитивной силой. (проф. Лилеев А.С., инж. Резников К.П.)

8. Выполнено моделирование доменной структуры в сплаве типа  $Sm(Co,Fe,Cu,Zr)_{7,5}$ .

На основе феноменологического подхода к анализу процессов перемагничивания одноосных высокоанизотропных ферромагнетиков разработан алгоритм моделирования доменной структуры в постоянных магнитах на основе соединений редкоземельных металлов с 3d-переходными металлами, в которых процесс перемагничивания определяется закреплением

ем доменной стенки. Моделирование производилось на основе программы FMRM и Analyzer. Результаты моделирования сравнивали с экспериментальными данными для сплава типа  $\text{Sm}(\text{Co}, \text{Fe}, \text{Cu}, \text{Zr})_{7,5}$ . Сравнение результатов моделирования доменной структуры после термообработки «порча-восстановление» с экспериментальными данными по наблюдению доменной структуры в этих сплавах показал хорошее качественное совпадение. Показано, что на формирование доменной структуры существенное влияние оказывает магнитостатическое взаимодействие между микрообъемами материала. (проф. Лилеев А.С., ст. Пинкас В.В.)

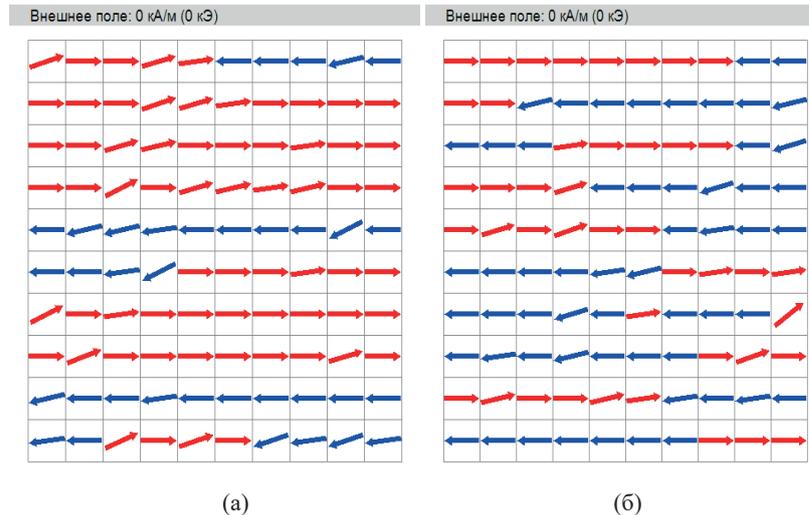
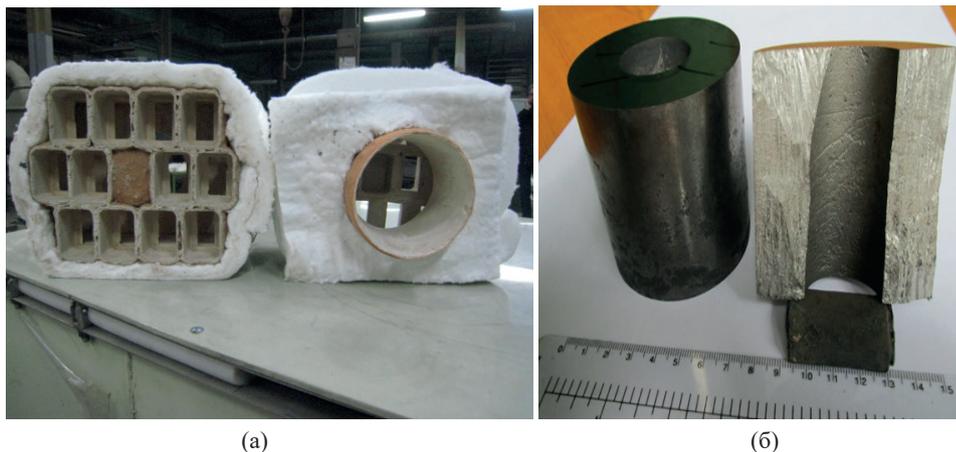


Рис. 4. Модель доменной структуры в плоскости, перпендикулярной легкой оси магнита: (а) образец с  $H_{ci} = 1,5 \text{ кЭ}$  (119,4 кА/м); (б) образец с  $H_{ci} = 29,1 \text{ кЭ}$  (2316 кА/м).

9. Разработана комбинированная литейная форма для получения столбчатой структуры в изделиях из магнитотвердых материалов типа Al-Ni-Co-Ti-Fe

В результате совместной научно-исследовательской работы кафедры физического материаловедения и АО «Спецмагнит» была подана заявка и получен Патент № 2635983, «Комбинированная литейная форма для получения столбчатой структуры в изделиях из магнитотвердых материалов типа Al-Ni-Co-Ti-Fe». Авторы: Буряков И.Н., Дормидонтов А.Г., Дроздов С.С., Куликов О.Н., Лилеев А.С., Разумейко Б.Г., Раков В.И., Сеин В.А. Разработанная по данному патенту литейная форма была внедрена в производство на АО «Спецмагнит».



(а) Новая литейная форма; (б) столбчатая структура сплава ЮНДК35Т5.

Внедрение новой литейной формы дало:

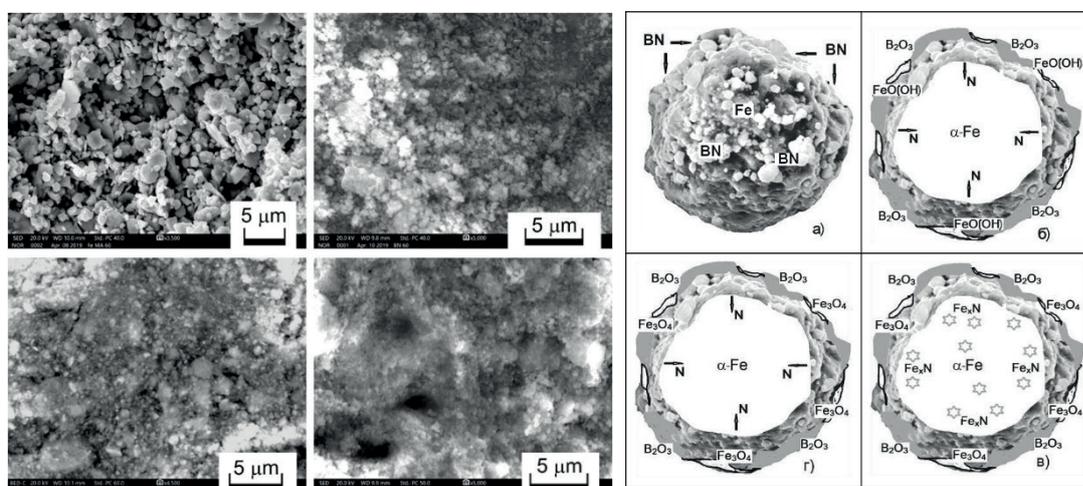
1. Экономический эффект в размере 3 882 415 руб.
2. Экологический эффект:  
—исключения компонентов формовочной смеси – 8.3т;

- исключения применения листового асбеста – 485 кг и никелевой ленты – 235.6 кг;
- уменьшения образования шлаковых отходов от выплавки литых заготовок и шлифовальных отходов при изготовлении магнитов.

На основании полученных результатов на конкурс Международной экологической премии «EcoWorld» был подан проект «Разработка и внедрение ресурсосберегающей технологии производства литых изделий из магнитотвердых материалов, обеспечивающей повышение качества и уменьшение негативного воздействия на окружающую среду» и получен диплом лауреата III степени.

10. Получение и исследование магнитотвердых материалов на основе железа с добавками нитрида бора методом высокоэнергетического помола (механического сплавления) смеси исходных порошков и последующей термической обработки. Проведено комплексное исследование влияния высокоэнергетического помола (механического сплавления (МС)) смеси порошков железа и гексагонального нитрида бора (h-BN) при различном весовом отношении компонентов Fe:BN = 1...15 на фазовый состав и магнитные свойства синтезированного материала.

Выполненные в работе исследования показывают, что высокоэнергетический помол в планетарной шаровой мельнице (длительностью до 60 час) смесей порошков железа (ПЖР 3.200.28) и гексагонального нитрида бора (h-BN) приводит к развитию двух процессов: (1) физическому измельчению частиц Fe и BN (минимальный размер частиц Fe в МС-порошке Fe:BN = 1 составляет примерно 100 нм); (2) взаимодействию механоактивированных частиц Fe и BN друг с другом, а также с кислородом и парами воды, содержащимися в воздухе, в процессе извлечения порошка из стакана мельницы. Это взаимодействие приводит, во-первых, к формированию на поверхности частиц железа химических связей типа N-Fe, B-Fe и Fe-O, которые можно ассоциировать с формированием нитридов и боридов Fe, а также метацианооксида FeO(OH). Кроме того, вследствие взаимодействия бора с кислородом происходит образование аморфного оксида бора B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, а в результате распад гидроксида FeO(OH) в процессе отжига МС-порошка Fe:BN = 1 могут образовываться оксиды железа FeO<sub>x</sub> (в том числе Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>).



На порошке Fe:BN = 1 после МА 60 ч получена коэрцитивная сила  $H_c = 32,5$  кА/м (410 Э), которая после отжига в азоте при 600 °С, 2ч возрастает до 42 кА/м (525 Э). Анализ кривых намагничивания и формы петель гистерезиса показывает, что механизм перемагничивания МС-порошка связан с закреплением ДГ на дефектах структуры, роль которых могут выполнять неравновесные дефекты структуры (в порошках Fe:BN = 1 после МС), или наночастицы оксидов и нитридов, формирующихся в приповерхностном слое частиц железа в процессе отжига МС-порошков. (доц. Менушенков В.П., асп. Минкова И.О.).

#### Основные публикации

##### Статьи

В 2019 году при участии сотрудников кафедры опубликовано 75 статей (с исключением дублирования), индексируемых в базах Web of Science и Scopus, в том числе:

1. **Kekalo I.B., Malyutina E.S.** – Sensitivity of a Number of Physical Properties to Fixation of the Initial Stages of Aging of Fe–14.5% Mo Alloy // *Inorganic Materials: Applied Research*. – 2019. – V. 10. – Issue 4. – P. 766-774.
2. **Zadorozhnyy V., M. Churyukanova, A. Stepashkin, M. Zadorozhnyy, A. Sharma, D. Moskovskikh, J. Wang, E. Shabanova, S. Ketov, D. Louzguine-Luzgin and S. Kaloshkin** – Structure and Thermal Properties of an Al-Based Metallic Glass-Polymer Composite // *Metals*. – 2018. – Vol. 8, Issue 12. – Article number: 1037.
3. **Zadorozhnyy V., A. Kopylov, M. Gorshenkov, E. Shabanova, M. Zadorozhnyy, A. Novikov, A. Maksimkin, T. Wada, D. Louzguine-Luzgin, H. Kato** – Structure and mechanical properties of Ti-Based alloys containing Ag subjected to a thermomechanical treatment // *Journal of Alloys and Compounds*. – 2019. – Vol. 781. – P. 1182-1188.
4. **Nikitin A., Khramtsov M., Garanina A., Mogilnikov P., Sviridenkova N., Shchetinin I., Savchenko A., Abakumov M., Majouga A.** – Synthesis of iron oxide nanorods for enhanced magnetic hyperthermia // *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. – 2019. – Vol. 469. – P. 443-449.
5. **Железный М.В., Щетинин И.В., Савченко А.Г., Горшенков М.В., Базлов А.И., Занавева Э.Н., Вербецкий В.Н.** – Влияние закалки из жидкого состояния и азотирования на структуру и магнитные гистерезисные свойства сплавов  $(Nd_{1-x}Ce_x)Fe_{11}Ti$  (где  $0 \leq x \leq 0.3$ ) // *Известия РАН. Серия физическая*. – 2019. – том 83, № 7. – С. 870-872.
6. **Нгуен Т.Л., Низамов Т.Р., Абакумов М.А., Щетинин И.В., Мажуга А.Г., Савченко А.Г.** – Гипертермический эффект магнитных наночастиц кубической формы // *Известия РАН. Серия физическая*. – 2019. – Т. 83, № 9.
7. **Shipko M., Korovushkin V., Savchenko A., Stepovich M., Bakhteeva N., Savchenko E., Todorova E.** – The effect of magnetic pulse treatment on the magnetic properties of amorphous solid solution  $Al_{85}Fe_7Ni_5La_3$  // *Applied Physics*. – 2019. – №3. – P. 81-85.
8. **Berdonosova E.A., V.Yu. Zadorozhnyy, M.Yu. Zadorozhnyy, K.V. Geodakian, M.V. Zheleznyi, A.A. Tsarkov, S.D. Kaloshkin, S.N.Klyamkin** – Hydrogen storage properties of TiFe-based ternary mechanical alloys with cobalt and niobium. A thermochemical approach // *International Journal of Hydrogen Energy*. – 2019. – Vol. 44. – P. 29159-29165.
9. **Zadorozhnyy V., E. Berdonosova, C. Gammer, J. Eckert, M. Zadorozhnyy, A. Bazlov, M. Zheleznyi, S. Kaloshkin and S. Klyamkin** – Mechanochemical synthesis and hydrogenation behavior of  $(TiFe)_{100-x}Ni_x$  alloys // *Journal of Alloys and Compounds*. – 2019. – Vol. 796. – P. 42-46.
10. **Zadorozhnyy V., B. Sarac, E. Berdonosova, T. Karazehir, A. Lassnig, C. Gammer, M. Zadorozhnyy, S. Ketov, S. Klyamkin and J. Eckert** – Evaluation of Hydrogen Storage Performance of ZrTiVNiCrFe in Electrochemical and Gas-Solid Reactions // *International Journal of Hydrogen Energy*. – 2019. – Vol. 43. – P. 12146-12152.
11. **Glezer A.M., Louzguine-Luzgin D.V., Khriplivets I.A., Sundeev R.V.** – Effect of high-pressure torsion on the tendency to plastic flow in bulk amorphous alloys based on Zr // *Materials Letters*. – 2019. – Vol. 256. – P. 126631-126633.
12. **Churyukanova M., Kaloshkin S., Shuvaeva E., Mitra A., Panda A.K., Roy R.K., Murugaiyan P., Corte-Leon P., Zhukova V., Zhukov A.** – The effect of heat treatment on magnetic and thermal properties of Finemet-type ribbons and microwires // *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. – 2019. – Vol. 492. – Article number: 165598.
13. **Premkumar Murugaiyan, Amitava Mitra, Arun Kumar Patro, Rajat K. Roy, Churyukanova M., Kaloshkin S., Shuvaeva E., Ashis K. Panda** – Role of P on amorphization, microstructure, thermo-physical and soft magnetic properties of Fe-rich FeB(P)SiNbCu melt-spun alloys // *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. – 2019. – V. 492. – Article number: 165723.
14. **Lileev A.S., Pinkas V.V.** – Phenomenological Approach to Analyzing the Magnetization Reversal of Uniaxial Highly Anisotropic Ferromagnetic Materials // *Bulletin of the Russian Academy of Sciences*. – 2019. – Vol. 83, No 7. – P.795-797.
15. **Lileev A.S., Gunbin A.V., Perminov A.S.** – Reversible Changes in the Coercivity of Alloys of the Fe-Cr-Co System under Cyclic Heat Treatment // *Metal Science and Heat Treatment*. – 2019. – Vol. 61. – P. 171-172

16. **Лилеев А.С., Гунбин А.В., Перминов А.С.** – Обратимые изменения коэрцитивной силы в сплавах системы Fe - Cr - Co при циклической термической обработке. // *Металловедение и термическая обработка металлов.* – 2019. – № 3 (765). – С. 31-32.

17. Structure and magnetic properties of melt-spun ribbons of  $\text{Sm}(\text{Co,Fe,Cu,Zr})_z$  with high cobalt content / **Khudina E., Zheleznyi M., Minkova I., Rybin P., Menushenkov V.** // *Journal of Physics: Conference Series* – 2019. – Vol. 1389. – P. 1-7.

18. Влияние закалки из жидкого состояния и азотирования на структуру и магнитные гистерезисные свойства сплавов  $(\text{Nd}_{1-x}\text{Ce}_x)\text{Fe}_{11}\text{Ti}$  (где  $0 \leq x \leq 0.3$ ) / **Железный М.В., Щетинин И.В., Савченко А.Г., Горшенков М.В.,** Базлов А.И., Занаева Э.Н., Вербецкий В.Н. // *Известия Российской академии наук. Серия физическая.* – 2019. – Т. 83. – № 7. – С. 870-872.

19. Управление качеством производства аморфного кобальтового сплава / Борискин О.И., Благовещенский Д.И., **Введенский В.Ю.,** Нуждин Г.А. // *Чёрные металлы.* – 2019. – № 1. – С. 60-63.

20. Благовещенский Д.И., **Перминов А.С.,** Нуждин Г.А., Гребенников И.С. – Профстандарт «Специалист по стандартизации инновационной продукции наноиндустрии» и управление качеством подготовки специалистов. // *Известия Тульского государственного университета. Технические науки.* – 2019. – № 6. – С. 427-432.

21. **Введенский В.Ю.,** Нуждин Г.А., Фролов С.В. – Моделирование петли гистерезиса магнитных материалов с помощью интерполяции дробно-линейной функцией. // *Сборка в машиностроении, приборостроении.* – 2019. – Т. 20. – № 10 (231). – С. 471-475.

22. Диагностика магнитных свойств аморфного сплава после термомагнитной обработки. / **Введенский В.Ю.,** Нуждин Г.А., Фролов С.В., Гаврилов А.А. // *Контроль. Диагностика.* – 2019. – № 11. – С. 30-37.

23. **Menushenkov V.P., Minkova I.O., Savchenko A.G.** – Magnetic Properties and Structure of Materials Obtained from Solid-State Reaction Process between Iron and Boron Nitride Induced by Mechanical Milling // *Physics of Metals and Metallography.* – 2019. – Vol. 120 (13). – P. 95–98.

24. **Zheleznyi M.V., Shchetinin I.V., Gorshenkov M.V.,** Bazlov A.I., Zanaeva E.N., **Hudina E.V., Savchenko A.G.** – Structure and magnetic hysteresis properties of rapidly quenched  $\text{Nd}_{1-x}\text{Cex}(\text{Fe}_{0.75}\text{Co}_{0.25})_{11}\text{Ti}$  ( $x = 0-0.3$ ) based alloys after annealing // *Journal of Physics: Conf. Series.* – 2018. – Vol. 1134. – Article number: 012074.

25. **Shchetinin I.,** Aggrey P., **Bordyuzhin I., Savchenko A., Gorshenkov M., Zheleznyi M., Menushenkov V., Mogil'nikov P.** – Phase Formation and Magnetic Properties of Melt Spun and Annealed Nd-Fe-B Based Alloys with Ga Additions // *Metals.* – 2019. – Vol. 9. – Article number: 9050497.

#### Пособия

1. Физические свойства твердых тел. Лабораторный практикум // **А.С. Перминов, В.Ю. Введенский, Е.А. Шуваева, П.С. Могильников.** – М., Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 132 с.

2. **Малютина Е.С.** Фазовые равновесия и структурообразование. Трехкомпонентные диаграммы фазового равновесия. – М.: Изд. дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 36 с.

3. *Материаловедение в судебной экспертизе: Анализ состава и свойств материалов* // **В.Ю. Введенский,** С.В. Фролов, С.П. Грабарев – М.: Академия ГПС МЧС России, 2019. – 164 с.

4. *Материаловедение в судебной экспертизе. Практикум* // **В.Ю. Введенский,** С.В. Фролов, С.П. Грабарев – М.: Академия ГПС МЧС России, 2019. – 241 с.

#### Другие показатели деятельности кафедры

##### Участие в конференциях

1. XXII Международная конференция по постоянным магнитам (МКПМ-2019) – Россия, г. Суздаль, 23-27 сентября 2019 года.

2. VII Euro-Asian Symposium «Trends in MAGnetism», September 08-13, 2019, Ekaterinburg, Russia.

3. 10th EEIGM International Conference on Advanced Materials Research - AMR-2019, Russia, Moscow, 25-26 April 2019.

4. The 26th International Symposium on Metastable, Amorphous and Nanostructured Materials «ISMANAM 2019», Hotel Rain Tree, Anna Salai, Chennai, India, July 08 – 12, 2019.

5. The 4th Int. Symposium on Materials for Energy Storage and Conversion «mESC-IS 2019», Akyaka, Mugla, Turkey, September 11 – 13, 2019.

6. Восьмая международная конференция «Кристаллофизика и деформационное поведение перспективных материалов». – Россия, г. Москва, НИТУ «МИСиС», 5-8 ноября 2019 г.

7. Международный симпозиум «Перспективные материалы и технологии», Беларусь, г. Брест, ГНУ «Институт технической акустики НАН Беларуси», 27-31 мая 2019 г.

**Участие в коллегиальных органах**

НИТУ «МИСиС», являясь одним из ключевых динамично развивающихся научно-образовательных центров страны, активно участвует в разработке ряда профессиональных стандартов в наноиндустрии. Коллектив кафедры в 2019 году принял участие в работе по актуализации профессионального стандарта «Специалист по стандартизации инновационной продукции наноиндустрии», организованных Фондом инфраструктурных и образовательных программ РОСНАНО (доц. *Перминов А.С., Гребенников И.С.*).

**А.С. Перминов**, доцент, член методической комиссии ИНМиН.

**А.М. Глезер**, профессор, ведущий научный сотрудник кафедры, является членом редколлегий 10 научных журналов, а именно: *Steel in Translation; Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Physics; Inorganic Materials; Inorganic Materials: Applied Research; Journal of Materials Science and Technology; Materials Letters; Russian Metallurgy (Metally); Russian Physics Journal; Uspehi Fiziki Metallov; Известия вузов. Чёрная металлургия.*

**Оборудование кафедры**

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



Дифрактометр **Rigaku SmartLab**, Rigaku



Синхронный термоанализатор **Netzsch STA 449 F3**



Спектрометр последовательного действия **Primus II**, Rigaku



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



Высокоэнергетическая шаровая планетарная мельница **Retsch PM 400**



Высокоэнергетическая мельница «**Активатор-2S**»



Вибромагнитометр **VSM-250** фирмы LDJ, Китай



Вакуумная печь сопротивления **BC-3-16**

**Контакты**

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

**Тел.:** (495) 955-01-33

**E-mail:** [algsav@gmail.com](mailto:algsav@gmail.com), [savchenko@misis.ru](mailto:savchenko@misis.ru)

**МЕЖКАФЕДРАЛЬНАЯ  
УЧЕБНО-ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ  
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ  
«МОНОКРИСТАЛЛЫ И ЗАГОТОВКИ НА ИХ ОСНОВЕ (ИЛМЗ)»**

**Гореева Жанна Анатольевна**  
Заведующая лабораторией



Испытательная лаборатория «Монокристаллы и заготовки на их основе» (ИЛМЗ), являющаяся структурным подразделением НИТУ «МИСиС», основана в 2001 г на базе кафедры физики кристаллов НИТУ «МИСиС».

В 2018 году на основании приказа от 18.06.2018 № 405о.в. ИЛМЗ была перемещена в структуру Центра коллективного пользования «Материаловедение и металлургия» НИТУ «МИСиС», заведующей ИЛМЗ назначена Гореева Ж.А.

4 февраля 2020 года ИЛМЗ успешно прошла очередную аккредитацию (Аттестат №ААС.Т.00038) в Органе по аккредитации ААЦ «Аналитика», являющемся полноправным членом и участником Международного Соглашения о взаимном признании ИЛАС и

APLAC. Срок действия аттестата аккредитации – 25 февраля 2025 г.



«Красота и блеск кристаллов  
Всем и каждому понятны.  
Беглый взгляд они чаруют,  
Формы их уму заняты»

*В. Слётов*

**Деятельность лаборатории направлена на:**

1. Проведение **испытательных работ** в соответствии с областью аккредитации;
2. **Метрологическое обеспечение** процессов измерения оптических параметров диэлектрических и полупроводниковых материалов, включая разработку новых и актуализацию ранее аттестованных методик выполнения измерений (МВИ), разработку и аттестацию стандартных образцов предприятия (СОП);

3. **Разработку нормативно-технической документации**, регламентирующей проведение испытательных работ и получение достоверной информации о параметрах и свойствах испытуемых объектов.

4. Выполнение научно-исследовательских работ по следующим направлениям: **фундаментальные проблемы** в области материаловедения и дефектообразования в диэлектрических и полупроводниковых материалах; **актуальные практические задачи**, связанные с получением и послеростовыми обработками диэлектрических и полупроводниковых материалов; применением диэлектрических материалов в качестве элементов управления лазерным лучом, фильтров на поверхностных и объемных акустических волнах, детекторов частиц больших энергий, датчиков различных физических величин, высокотемпературных пьезодатчиков.

**Область аккредитации** испытательной 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 нанoeлектроники.

*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 аккредитованной лаборатории в соответствии с областью аккредитации. В настоящее время в штате лаборатории 6 сотрудников, 5 на 3,75 постоянных ставках, из них 3 кандидата наук. Средний возраст сотрудников – 40 лет.

**Результаты деятельности лаборатории:**

**1. Испытательные работы:** В 2019 году в лаборатории проводились испытания по МВИ, в том числе, включенных в область аккредитации. На 31.12.2019 г. выдано Протоколов **измерений -200**, Протоколов **испытаний** (полный отчет о проведенных измерениях) – **54**.

Заказчики: подразделения НИТУ «МИСиС», Физфак МГУ, ОАО «Фомос -Материалс», ИОФ РАН, ИК РАН, АО ОНПП «Технология», ООО «Галактика», ИНХ СО РАН, Сев.-Кавказ. Горно-метал. Институт, АО НТЦ «ЭЛИНС» и др.

Анализ улучшения и результативности деятельности ИЛМЗ проводится в соответствии с разработанной в ИЛМЗ «Методикой количественной оценки улучшения и результативности испытательной лаборатории».

**2. Выполнение хозяйственных и бюджетных работ**

В ИЛМЗ выполняются 2 работы по заданию Рособразования. Кроме того, сотрудники лаборатории активно участвуют в работах, выполняемых другими подразделениями НИТУ «МИСиС».

Проект с ОАО «Фомос-материалс», тема «Проведение измерений оптических и электрооптических характеристик макетных образцов чувствительных элементов. Разработка методики выполнения измерений оптического качества чувствительных элементов» (шифр темы 1391007). – **800 000** руб.

Выполняется Грант РФФИ Аспирант по проекту №19-32-90211 «Оптические и сцинтилляционные свойства кристаллов  $Gd_3 Al_2 Ga_3 O_{12}:Ce^{3+}$ ».

В рамках реализации Программы повышения конкурентоспособности НИТУ «МИСиС» в целях реализации Программы повышения конкурентоспособности НИТУ «МИСиС» среди ведущих мировых научно-образовательных центров и Плана мероприятий по реализации Программы повышения конкурентоспособности НИТУ «МИСиС» на 2013-2020 годы выполнялся грант № КЗ-2018-030 «Зонная инженерия новых функциональных материалов на основе смешанных кристаллов гранатов под руководством ведущего ученого Спасского Дмитрия Андреевича. – **0,6 млн. руб. Проект успешно завершен.**

**3. Метрологическое обеспечение:**

Проведена повторная (периодическая) метрологическая аттестация СОП (5 шт) по методикам метрологической аттестации СОП, утвержденных в НИТУ «МИСиС», в соответствии с рекомендациями по метрологии Р 50.2.058-2007, Р 50.2.031-2003.

**4. Подготовка специалистов высшей квалификации:** В лаборатории выполняются выпускные работы бакалавров и магистров. Проводятся лабораторные работы по 4 учебным курсам. В настоящее время на базе оборудования и МВИ в ИЛМЗ реализован новый курс для магистров направления подготовки 22.04.01 «Неразрушающие методы испытания кристаллов». Для проведения лабораторных работ используются уникальные методики выполнения измерений, разработанные в ИЛМЗ.

**5. Основные публикации:** количество публикаций статей –6 :

1) Kozlova N., Buzanov O., Zabelina E., Kozlova A., Voronova M., Shcherbachev K., Skryleva E. Study of the origin of the defects in  $La_3Ta_{0,5}Ga_{5,5}O_{14}$  single crystals // Optical Materials. – 2019. – Vol. 91. – p. 482-487.

2) Spasskii D. A., Kozlova N. S., Kozlova A. P., Zabelina E. V., Buzanov O. A. Luminescence Properties of Undoped Langasite Crystals // Physics of the Solid State. – 2019. – Vol. 61. – No. 3. – p. 307–314.

3) Kozlova N.S., Zabelina E.V., Bykova M.B., Kozlova A.P. Features of the manifestation of surface electrochemical processes in ferroelectric crystals with low-temperature phase transitions // Russian Microelectronics.- 2019.- Vol. 48. - No. 8. -p. 146-155.

4) Козлова А.П., Козлова Н.С., Забелина Е.В., Быкова М.Б Особенности проявления электрохимического разложения в полярных и полярно-нейтральных кристаллах. // В сборнике:

Перспективные материалы и технологии. Сборник материалов международного симпозиума. Под общей редакцией В.В. Рубаника. Витебск, 2019. - С. 408-410.

5) Anfimov I.M., Buzanov O.A., Kozlova A.P., Kozlova N.S., Zabelina E.V. Impedance spectroscopy study of lanthanum-gallium tantalate single crystals grown under different conditions // Modern Electronic Materials. – 2019. - 5(2). p 41–49.

6) Kozlova N.S., Kozlova A.P., Zabelina E.V., Goreeva Zh.A., Didenko I.S., Burt T. Spectrophotometric Methods of Refractive Indices Measurement. Measuring the refractive index of single crystal optical materials using two methods // Agilent Application Note. 2019/01/04 the USA, November 30, 20185994-0558EN.

Из них в Scopus - 2, Web of science - 2, ВАК - 3, РИНЦ - 3

**6. Конференции:** количество конференций, в которых с докладами принимали участие сотрудники лаборатории – 11 (из них 7 докладов устных).

1) 53 Школа ПИЯФ по физике конденсированного состояния (ФКС-2019) 11-16 марта 2019 г.

2) Международный симпозиум «Перспективные материалы и технологии» Белоруссия, г. Брест, 27-31 мая 2019.

3) The 20th International Conference on Photoacoustic and Photothermal Phenomena, July 7-12, 2019, Moscow, Russia.

4) Joint ISAF-ICE-EMF-IWPM-PFM conference - 2019 f2cп2 IEEE International Symposium on Applications of Ferroelectrics ISAF, Lausanne Switzerland, July 14-19, 2019.

5) Joint International Conference, Ekaterinburg, August 25-28, 2019, Ural Federal University.

6) XVIII International Seminar on MATHEMATICAL MODELS AND MODELING IN LASER-PLASMA PROCESSES AND ADVANCED SCIENCE TECHNOLOGIES, 29 September - 5 October, 2019, Budva, Montenegro

7) INTERNATIONAL CONFERENCE ON RADIATION APPLICATIONS In Physics, Chemistry, Biology, Medical Sciences, Engineering and Environmental Sciences, September 16 - 19, 2019 Belgrade, Serbia.

За доклад по теме «Optical characteristics of as-grown and annealed  $Gd_3Al_2Ga_3O_{12}:Ce$  crystals under electron irradiation» **Забелина Е.В. является номинантом в категории «Best oral contribution»**

8) International Conference Advanced Laser Technology ALT'19 Prague, Czech Republic, 15-20 September 2019.

9) SEVENTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON RADIATION IN VARIOUS FIELDS OF RESEARCH (RAD 2019).

10) Восьмая Международная конференция «КРИСТАЛЛОФИЗИКА И ДЕФОРМАЦИОННОЕ ПОВЕДЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ» 5–8 ноября 2019, г. Москва, Россия.

11) Международный молодежный научный форум «ЛОМОНОСОВ-2019», г. Москва, 8-12 апреля 2019.

#### **7. Профориентационная работа:**

Сотрудниками ИЛМЗ активно ведутся работы со школьниками:

– Выездные лекции и мастер-классы на открытых мероприятиях: Московский международный салон образования на ВДНХ 2018 г., (лекция и мастер-класс).

– Консультации и проведение предпрофессиональных экзаменов для учащихся 11-х классов по курсу «Анализ свойств кристаллов».

– Проведен элективный курс для учащихся 10-х классов по разработанной в ИЛМЗ дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе «Мир кристаллов». Срок реализации программы: 36 часов.

– Подготовка на базе ИЛМЗ учащихся 10-х классов по программе «Инженерный класс в московской школе».

– Экскурсии и занятия на базе лаборатории.

#### **Контакты**

**Козлова Нина Семеновна** – зам. заведующий лабораторией, канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр.

**Тел./факс:** (495) 638-45-60

**E-mail:** kozlova\_nina@mail.ru, ilmz@mail333.com

## УЧЕБНО-НАУЧНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «ЦЕНТР РЕНТГЕНОСТРУКТУРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ДИАГНОСТИКИ МАТЕРИАЛОВ»

**Щетинин Игорь Викторович**

Заведующий лабораторией, кандидат технических наук



### Общая информация

Учебно-научная лаборатория «Центр рентгеноструктурных исследований и диагностики материалов» создана при кафедре физического материаловедения Института новых материалов и нанотехнологий Национального исследовательского технологического университета «МИСиС» в 2012 году и воплотила в себе современное оборудование для рентгеноструктурного анализа, исследованию физических свойств, синтезу новых материалов и многолетний опыт научных школ, представленных, прежде всего, кафедрами рентгенографии и физики металлов (основана Я.С. Уманским в 1944 г.) и металлографии (основана И.Л. Миркиным в 1931 г.).

Сегодня основной целью лаборатории является повышение качества и обеспечение проведения научных исследований и подготовки высококвалифицированных специалистов.

Основные задачи лаборатории:

- повышение качества и обеспечение подготовки специалистов, бакалавров, магистров и аспирантов НИТУ МИСиС;
- обучение, переподготовка и повышение квалификации специалистов научно-исследовательских и производственных организаций;
- повышение качества научно-исследовательской деятельности в кооперации с организациями-партнерами и другими структурными единицами НИТУ МИСиС, участие в конкурсах на выполнение НИР/НИОКР в рамках целевых программ, программ государственных, национальных и международных исследовательских фондов.

### Результаты деятельности

Основными направлениями научно-исследовательской работы лаборатории являются:

- исследование формирования структуры и функциональных свойств фаз на основе интерметаллидов редкоземельных элементов с элементами семейства железа и соединений на основе оксидов;
- нанокпозиционные легированные покрытия из сложных многокомпонентных сплавов, полученных с использованием методов механического легирования.

В 2019 г. на базе лаборатории выполнена НИР в рамках проекта с РФФ и темой: «Нанокпозиционные магнитотвердые материалы на основе фазы  $R_2Fe_{17}N_x$  с повышенными гистерезисными характеристиками, полученные методами экстремальных воздействий», а также хозяйственная работа с ОАО «Волжский абразивный завод» и темой: «Исследования структурно-фазового состояния нитридов и карбидов кремния в процессе термической обработки».

В рамках научно-исследовательской работы проведены комплексные исследования и установлены закономерности формирования структуры и магнитных свойств обменно-связанных нанокпозиционных магнитотвердых материалов (НМТМ) на основе системы  $R_2Fe_{17}N_x/Fe$  методом интенсивной пластической деформации кручением (ИПДК) при различных температурах. Показано, что при комнатной температуре ИПДК приводит к частичному распаду фазы  $Sm_2Fe_{17}N_x$  с образованием  $SmN$  и  $\alpha-Fe$ , причем увеличение доли  $\alpha-Fe$  пропорционально увеличению степени деформации, также в процессе ИПДК наблюдалось некоторое снижение периодов решетки фазы  $Sm_2Fe_{17}N_x$ , что соответствует снижению концентрации азота ( $x$  с 2.8 до 2.5). Установлено, что ИПДК при комнатной температуре приводит к сильному снижению параметров субструктуры, что приводит к повышению коэрцитивной силы до  $H_c = 6.4$  кЭ (512 кА/м) и остаточной намагниченности до  $\sigma_r = 62$  Ам<sup>2</sup>/кг. При этом следует отметить, что вид петель магнитного гистерези-

са указывает на наличие обменного взаимодействия между магнитотвердой фазой  $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_{2.5}$  и магнитомягкой фазой  $\alpha\text{-Fe}$ , поскольку на петлях магнитного гистерезиса отсутствуют перегибы, а отношение остаточной намагниченности к намагниченности насыщения в некоторых случаях превышает 0.55, что указывает на возможность формирования преимущественной ориентации зерен. Проведены аналогичные комплексные исследования в процессе деформации при криогенных температурах и выявлено влияние температуры на формирования структуры и магнитные свойства обменно-связанных НМТМ на основе системы  $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_x/\text{Fe}$ .

В 2019 г. в лабораторию поступило и выполнено более 285 заявок на проведение исследований, с общим количеством образцов 1 280. На выполнение заявок затрачено 2 448 часов работы оборудования. Распределения по основным заказчикам, типам работ и решаемым задачам представлены на рисунке 1. Так распределение загрузки оборудования между внешними заказчиками и внутренними подразделениями НИТУ МИСиС составляет 15 и 75 %, соответственно. Основными внутренними заказчиками по уровню загрузки оборудования являются: кафедра физического материаловедения (36 %), лаборатория «Сверхпроводящие метаматериалы» (17 %), лаборатория «Биомедицинские наноматериалы» (8 %). Наиболее востребованными задачами по загрузке оборудования из общего времени являются рентгеноструктурный анализ (46 %) и измерения физических величин (29 %). По результатам выполненных работ опубликовано 25 статей в журналах, индексируемых БД WoS/Scopus, с суммарным импакт-фактором 58.2, из общего количества статей 11 статей опубликованы в журналах Q1 и 4 в журналах Q2.

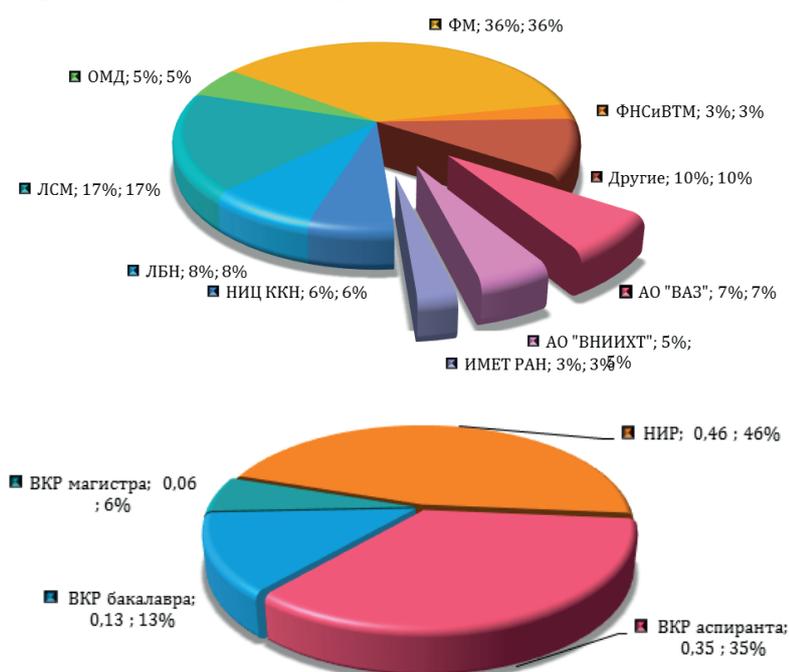
#### Наиболее значимые публикации

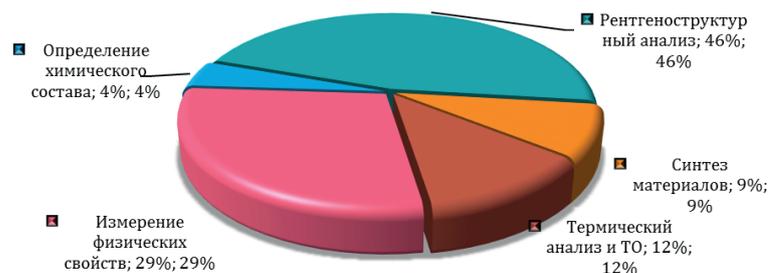
1. Romankov S., Park Y.C., Shchetinin I.V. Interatomic interactions and structural formations in WFeNi(Ti) and MoFeNi(Ti) layers under intense plastic deformation induced by ball collisions. Applied Surface Science. Volume 488, 15 September 2019;

2. Shchetinin I., Aggrey P., Bordyuzhin I., Savchenko A., Gorshenkov M., Zhelezniy M., Menushenkov V., Mogil'nikov P. Phase formation and magnetic properties of melt spun and annealed Nd-Fe-B based alloys with Ga additions. Metals, Volume 9, Issue 5, May 2019;

3. Shanenkov I., Sivkov A., Ivashutenko A., Medvedeva T., Shchetinin I. High-energy plasma dynamic synthesis of multiphase iron oxides containing  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  and  $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$  with possibility of controlling their phase composition. Journal of Alloys and Compounds. Volume 774, 5 February 2019;

4. Romankov S., Park, Y.C., Shchetinin, I.V. Fabrication of W and Mo layers with multi-modal structures on Ti sheets through intense plastic deformation induced by ball collisions. Surface and Coatings Technology. Volume 357, 15 January 2019.





НИЦ ККН – научно исследовательский центр «Конструкционные керамические наноматериалы»; ЛБН – лаборатория «Биомедицинские наноматериалы»; ЛСМ – лаборатория «Сверхпроводящие метаматериалы»; ОМД – кафедра обработки металлов давлением; ФМ – кафедра физического материаловедения; ФНСиВТМ – кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов.

**Рисунок 1 – Распределение времени работы оборудования УНЛ ЦРИДМ по заказчикам, типам работ и задачам**

**Награды и достижения:**

– В 2019 г. заявка с темой проекта «Многофункциональные магнитные наноразмерные и наноструктурированные материалы для использования в высокотехнологичных отраслях экономики», поданная на конкурс в рамках государственного задания получила положительную оценку по результатам экспертизы;

– Заведующий лабораторией И.В. Щетинин отмечен сертификатом журнала Metals за большой вклад в рецензирование работ.

**Контакты**

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

**Тел.:** +7 (495) 955-01-29

**E-mail:** [ingvar@misis.ru](mailto:ingvar@misis.ru)

## НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Калошкин Сергей Дмитриевич**

Директор центра, доктор физико-математических наук, профессор



Научно-исследовательский центр Композиционных Материалов (НИЦ КМ) ставит своей целью проведение научно-исследовательских работ, разработку и реализацию образовательных программ в области исследования композиционных материалов на основе керамических, углеродных и полимерных матриц.

**Основными задачами,** решаемыми НИЦ КМ, являются:

– выполнение НИР и ОКР, в том числе с привлечением студентов, аспирантов и мо-

лодых учёных, в области создания инновационных технологий и разработки композиционных материалов, исследований структуры, свойств полимерных материалов, армирующих волокон, тканей (в том числе углеродных);

– выполнение курсовых и квалификационных работ магистрами, бакалаврами;

– прохождение учебных и производственных практик студентами, аспирантами (в том числе из других вузов) в НИЦ КМ.

**Основные научные направления деятельности центра:** разработка и исследование различных материалов таких, как:

– композиционные материалы на основе термопластичных и термореактивных полимерных матриц;

– высокоориентированные волокна и ленты СВМПЭ;

– композиционные материалы и конструкции медицинского назначения;

– полимерные материалы для 3-d печати;

– композиционные материалы для газоразделительных мембран и накопителей водорода;

– аморфные металлические материалы и композиционные материалы на их основе;

– квазикристаллы, композиционные материалы на основе квазикристаллических наполнителей.

### **Кадровый потенциал подразделения**

В НИЦ КМ работают 2 старших научных сотрудника, 3 научных сотрудника, 5 инженеров 1 категории, 2 инженера, 5 лаборантов (трудоустроенные студенты НИТУ «МИСиС»), из них 7 кандидатов наук.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ (госбюджет, х/д)

50 млн. рублей

### **Наиболее крупные проекты, выполненные в 2019 г.**

1. «Индивидуализированная клеточно-инженерная конструкция для остеопластики на основе гибридного полимерного каркаса, имитирующего структурные особенности костной ткани, импрегнированная антибактериальным препаратом», ФЦП, № 14.578.21.0235 от 26.09.2017 (40 млн. руб.);

2. «Управляемое формирование адгезионных связей на поверхностях раздела для оптимизации функциональных характеристик композитов на основе инженерных термопластов», РНФ, № 18-19-00744 от 23 апреля 2018 г. (6 млн. руб.)

### **Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2019 г.**

В рамках ПНИЭР партнерами ЦКМ были проведены 3 уникальные операции с использованием индивидуализированных трехмерных клеточно-инженерных конструкций, разработанных и изготовленных в соответствии с поврежденным участком костной ткани животного.

Изготовленные имплантаты установлены двум кошкам и одной собаке с реальными клиническими заболеваниями костной ткани. Результаты операции показали высокую эффективность использования разработанных НИЦ КМ индивидуализированных трехмерных клеточно-инженерных конструкций.

В НИЦ КМ были проведены исследования процесса получения самоармированных композиционных материалов на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена. Благодаря высоким физико-механическим характеристикам, низким значениям коэффициента трения и износа, высокому сопротивлению ползучести и биосовместимости, разработанные самоармированные композиционные материалы могут найти широкое применение в различных областях промышленности.

В настоящее время в НИЦ КМ проводятся исследования материалов из ориентированных волокон сверхвысокомолекулярного полиэтилена, которые позволят создавать устройства искусственных механизмов – искусственные мышцы с эффектом памяти формы.

**Основные публикации:**

1. Bulygina, I, Senatov, F., Choudhary, R., Kolesnikov, E., Kaloshkin, S., Scholz, R., Knyazeva, M., Walther, F., Anisimova, N., Kiselevskiy, M. Biomimetic scaffold fabricated with a mammalian trabecular bone template // *Polymer Degradation and Stability*, Volume 172, February 2020, Номер статьи 109076

2. Dayyoub, T., Maksimkin, A.V., Senatov, F.S., Kaloshkin, S.D., Zimina, A., Kolesnikov, E.A. Treating UHMWPE surface for enhancing the adhesion properties by cellulose grafting // *International Journal of Adhesion and Adhesives*, Volume 98, April 2020, Номер статьи 102535

3. D.I. Chukov, S. Nematulloev, M.Yu. Zadorozhnyy, V.V. Tcherdyntsev, A.A. Stepashkin, D.D. Zherebtsov, “Structure, mechanical and thermal properties of polyphenylene sulfide and polysulfone impregnated carbon fiber composites” // *Polymers*, 2019, V. 11, P. 684.

4. G. Sherif, D. Chukov, V. Tcherdyntsev, V. Torokhov, “Effect of formation route on the mechanical properties of the polyethersulfone composites reinforced with glass fibers” // *Polymers*, 2019, V. 11, P. 1364.

5. D.I. Chukov, S. Nematulloev, V. Torokhov, A.A. Stepashkin, G. Sherif, V. Tcherdyntsev “Effect of carbon fiber surface modification on their interfacial interaction with polysulfone” // *Results in Physics*, 2019, V. 15, P. 102634

6. V.V. Tcherdyntsev, A.A. Stepashkin, D.I. Chukov, L.K. Olifirov, F.S. Senatov “Formation of ethylene-vinyl acetate composites filled with Al-Cu-Fe and Al-Cu-Cr quasicrystalline particles” // *Journal of Materials Research and Technology*, 2019, V. 8, P. 572-589.

7. Berdonosova, E.A., Zadorozhnyy, V.Y., Zadorozhnyy, M.Y., Geodakian, K.V., Zheleznyi, M.V., Tsarkov, A.A., Kaloshkin, S.D., Klyamkin, S.N. Hydrogen storage properties of TiFe-based ternary mechanical alloys with cobalt and niobium. A thermochemical approach // *International Journal of Hydrogen Energy*.-2019.-Volume 44.- Issue 55.-Pages 29159-29165.

8. Churyukanova, M., Kaloshkin, S., Shuvaeva, E., Mitra, A., Panda, A.K., Roy, R.K., Murugaiyan, P., Corte-Leon, P., Zhukova, V., Zhukov, A., The effect of heat treatment on magnetic and thermal properties of Finemet-type ribbons and microwires // *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. – 2019. – Volume 492. – Номер статьи 165598.

**Основные научно-технические показатели**

В 2019 г сотрудниками НИЦ КМ опубликовано 10 статей, получено 3 патента, подано 2 заявки на регистрацию патента. Сотрудники участвовали в 7 конференциях, на базе НИЦ КМ проведено 7 открытых уроков для школьников.

**Патенты:**

1. «Способ получения трехмерных изделий сложной формы из высоковязких полимеров», Няза К.В., Сенатов Ф.С., Салимон А.И., Максимкин А.В., Чуков Д.И., Степашкин А.А., Львов В.А., Калошкин С.Д., патент № 2677143;

2. «Способ получения трехмерных изделий сложной формы со структурой нативной трабекулярной кости на основе высоковязкого полимера», Булыгина И.Н., Сенатов Ф.С., Калошкин С.Д., Максимкин А.В., Анисимова Н.Ю., Киселевский М.В., патент 2708589;

3. «Гибридная металлополимерная конструкция медицинского назначения», Максимкин А.В., Сенатов Ф.С., Калошкин С.Д., Чуков Д.И., Салимон А.И., Няза К.В., патент № 2708528.

Заявки на патент:

1. «Полимерный вкладыш ацетабулярного компонента эндопротеза с биоактивным пористым слоем для остеосинтеза», Максимкин А.В., Сенатов Ф.С., Калошкин С.Д., Чуков Д.И.;
2. «Гибридная пластина для краниопластики», Максимкин А.В., Сенатов Ф.С., Калошкин С.Д., Чуков Д.И., Анисимова Н.Ю., Киселевский М.В

### **Контактные реквизиты подразделения**

**Калошкин Сергей Дмитриевич** – директор центра, доктор физ.-мат. наук, проф.

**Тел.:** 8(495) 638-45-95;

**E-mail:** kaloshkin@misis.ru

## НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ И УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР АКУСТООПТИКИ

**Молчанов Владимир Яковлевич**

Директор центра, кандидат физико-математических наук,  
старший научный сотрудник



### Общая информация о центре

НТУЦ Акустооптики создан в 2000 г. В центре ведутся фундаментальные и прикладные исследования в области новых акустооптических материалов, нанотехнологии изготовления акустооптических устройств, оптического приборостроения. Основой деятельности центра является разработка и создание уникальных акустооптических приборов и систем на их основе, исследование и применение перспективных методов управления оптическим излучением. Центр обладает уникальной технологической инфраструктурой, позволяющей создавать акустооптические приборы любой сложности.

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

В коллективе НТУЦ Акустооптики работает 3 кандидата наук, 2 молодых ученых-лауреата Премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники.

**Общий объем финансирования научно-исследовательских работ:** 9.0 млн. руб.

В 2019 году получены следующие научно-технические результаты:

- разработан метод адаптивного гиперспектрального анализа изображений на основе акустооптических фильтров с управляемой шириной окна пропускания;
- разработана теория генерации оптических гребенок при коллинеарном акустооптическом взаимодействии;
- разработаны акустоэлектронные гетероструктуры нитрида скандия-алюминия на сапфировой подложке для высокотемпературных сенсоров;
- показано существование высокоскоростных акустических волн в волноводах из тантала-та лития на кварцевых подложках для высокочастотных резонаторов.

### Основные публикации

– K.B. Yushkov, O.Yu. Makarov, V.Ya. Molchanov. Novel protocol of hyperspectral data acquisition by means of an acousto-optical tunable filter with synthesized transmission function // Optics Letters, 2019, vol. 44, pp. 1500.

– S.N. Mantsevich, A.S. Voloshin, K.B. Yushkov. Optical frequency comb generation with collinear acousto-optic diffraction: Theory and simulations // Physical Review A, 2019, vol. 100, p. 013829.

– N.F. Naumenko. Non-leaky longitudinal acoustic modes in ScxA11-xN/sapphire structure for high temperature sensor applications // Applied Physics Letters, 2019, vol. 115, P. 083502.

– N.F. Naumenko. High-velocity non-attenuated acoustic waves in LiTaO<sub>3</sub>/quartz layered substrates for high frequency resonators // Ultrasonics, 2019, vol. 95, p. 1.

**Общее количество публикаций:** 14, из них 4 в научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science, 4 в сборниках трудов, индексируемых в базе данных Web of Science.

Количество докладов на международных конференциях: 6

### Контакты

**Молчанов Владимир Яковлевич** – директор центра, канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр.

**Тел.:** (495) 951-12-65

**E-mail:** aocenter@misis.ru

## НАУЧНО-УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА МИСИС-ИСМАН (НУЦ СВС)

### Левашов Евгений Александрович

Директор НУЦ СВС, доктор технических наук, профессор,  
почетный доктор Горной Академии Колорадо (США), почетный работник науки  
и высоких технологий РФ, академик РАЕН



### Задачи и перспективы научной деятельности

Фундаментальные исследования процессов синтеза новых материалов (керамика, металлокерамика, интерметаллиды, композиционные и функционально-градиентные материалы, дисперсно-упрочненные наночастицами материалы). Разработка многокомпонентных и многослойных наноструктурных покрытий (твердые трибологические, самосмазывающиеся, коррозионностойкие, жаростойкие, биосовместимые и биоактивные с антибактериальным эффектом покрытия). Создание технологий получения материалов и покрытий методами СВС, ионно-плазменного напыления при ассистировании ионной имплантацией, электроискрового легирования и др), а также создание методик измерения механических и трибологических свойств, включая создание ГСО и их метрологическое сопровождение.

### Основные научные направления деятельности НУЦ СВС

1. Физикохимия процессов горения, теория самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС); структурная макрокинетика, механизмы формирования структуры продуктов химических реакций в волне горения различных СВС- систем;
2. Механическое активирование смесей - как эффективный способ управления структурой порошковых материалов, кинетикой процессов горения и свойствами продуктов синтеза;
3. Разработка и синтез наномодифицированных металломатричных сплавов для инструмента сверхтвердых материалов, изделий специального назначения, электродов для центробежного распыления гранул аддитивных 3D технологий; новых классов конструкционных и инструментальных керамических и металлокерамических материалов, в том катодов-мишеней для ионно-плазменного и ионно-лучевого распыления, электродов для электроискрового легирования;
4. Физикохимия ионно-плазменных и ионно-лучевых процессов, ионная имплантация; кинетика и механизм формирования наноструктурных тонких пленок и функциональных покрытий (сверхтвердых, жаростойких, коррозионностойких, биосовместимых и биоактивных с антибактериальным эффектом), полученных с использованием композиционных СВС- мишеней и электродов;
5. Развитие метрологического комплекса и нормативно-методической базы для обеспечения единства измерений механических и трибологических свойств поверхностей.

### Кадровый потенциал подразделения

В НУЦ СВС работают:

1 главный научный сотрудник, 4 ведущих научных сотрудников, 4 старших научных сотрудника, 8 научных сотрудников, 7 инженеров, 6 лаборантов. Из них: 1 академик РАЕН, 1 академик международной академии керамики, 3 доктора наук, 12 кандидатов наук, 11 магистрантов, 3 аспиранта.

### Общий объем финансирования научно-исследовательских работ (госбюджет, х/д)

В 2019 году выполнялось 12 научно-исследовательских работ на общую сумму 32,8 млн. руб., в том числе 1 проект государственного задания Минобрнауки России, 3 гранта РНФ, 6 грантов РФФИ.

**Наиболее крупные проекты, выполненные в 2019 г. (более 5 млн. руб.)**

Проект государственного задания № 11.1207.2017 ПЧ на проведение фундаментальных исследований (Минобрнауки). «Разработка технологии получения жаростойкой боридно-силицидной керамики для теплонагруженных узлов ракетно-космической техники», 10 млн. руб.

Проект РНФ № 15-19-00203 на выполнение исследований **по теме** «Разработка и получение наноструктурированных, нанокпозиционных, многослойных и функционально-градиентных покрытий с повышенной эрозионной, коррозионной и абразивной стойкостью и усталостной прочностью», 6,0 млн. руб.

Проект РНФ № 19-79-10226 «Разработка нового класса жаропрочных интерметаллидных сплавов и технологий получения узкофракционных порошков для аддитивных технологий производства ответственных деталей газотурбинных двигателей», 5,0 млн. руб.

**Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2019 г.**

Организован и проведен XV Международный Симпозиум по Самораспространяющемуся Высокотемпературному Синтезу, 16-20 сентября 2019, Москва, НИТУ «МИСиС». Участвовало более 160 экспертов из 15 стран мир, в том числе 65 ведущих зарубежных ученых, представивших 186 научных докладов.

Получены сверхтугоплавкие жаростойкие материалы (СТЖМ) на боридной и силицидной основе в системах  $Me^{IV}-Me^V-Si-B$  и  $Me^{IV}-Me^{VI}-Si-B$  с функциональными добавками  $TaSi_2$ ,  $Ti_5Si_3$ ,  $SiC$ . Изучены процессы консолидации материалов методами горячего прессования, искрового плазменного спекания. Исследована кинетика высокотемпературного окисления в условиях, приближенным к эксплуатационным. По результатам испытаний отобраны наиболее перспективные составы и изготовлены экспериментальные образцы модельных втулок камеры сгорания ЖРДМТ для проведения исследовательских испытаний на специализированных стендах в условиях динамического воздействия высокотемпературного газового потока. Разработанные СТЖМ продемонстрировали превосходную стойкость к воздействию высокоэнтальпийного потока окислительного газа плотностью до  $6 \text{ МВт/м}^2$  при температуре до  $2150 \text{ }^\circ\text{C}$  в течение 650 с. Разработан лабораторный регламент на процесс получения СТЖМ на основе боридно-силицидной керамики для изготовления теплонагруженных узлов ракетно-космической техники.

С помощью гибридной технологии электроискрового (ЭИЛ) и импульсного дугового испарения (ИДИ) получены функционально-градиентные покрытия на основе карбида вольфрама. Исследования велись в двух направлениях: (I) формирование диффузионно-насыщенного слоя на поверхности титана в процессе электроискрового легирования (ЭИЛ) и (II) оптимизация и осаждение верхнего слоя WC/a-C с большей долей алмазоподобного углерода (DLC) в покрытии методом ИДИ. Для реализации диффузионного насыщения поверхности эксперименты по осаждению нижнего подслоя методом ЭИЛ и верхнего слоя методом ИДИ проводились в реакционной среде этилена. Комбинация ЭИЛ и ИДИ слоев позволила не только дополнительно снизить коэффициент трения до 0,15, но и увеличить его долговечность. Выполнен комплекс исследований по обработке титана различными графитовыми электродами. Изучен процесс плазменно-активированного насыщения титана азотом и углеродом. В результате ЭИЛ в вакууме и в среде азота происходит формирование сплошного слоя толщиной до 22 мкм, микротвердостью 5 ГПа и шероховатостью 3-6 мкм. В ходе трибологических испытаний установлено, что покрытия, нанесенные в среде азота, характеризуются относительно низким коэффициентом трения менее 0,25.

**Подготовка специалистов высшей квалификации**

В работах принимали участие 9 аспирантов и студентов.

**Основные публикации (перечислить наиболее значимые)**

1. Vorotilo S., Loginov P., Mishnaevsky L., Sidorenko D., Levashov E. Nanoengineering of metallic alloys for machining tools: Multiscale computational and in situ TEM investigation of mechanisms. **Materials Science & Engineering A**, 2019, Vol. 739, p. 480–490 (IF=4,08)
2. Kurbatkina V.V., Patsera E.I., Levashov E.A. Combustion synthesis of ultra-high-temperature ceramics based on  $(Hf,Ta)B_2$ . Part 1: The mechanisms of combustion and structure formation **Ceramics International**, 2019, Vol. 45, Issue 3, p. 4067-4075 (IF=3,45)

3. Kurbatkina V.V., Patsera E.I., Smirnov D.V., Levashov E.A., Vorotilo S., Timofeev A.N. Combustion synthesis of ultra-high-temperature ceramics based on (Hf,Ta)B<sub>2</sub>. Part 2: Structure, mechanical and thermophysical properties of consolidated ceramics. **Ceramics International**, 2019, 45, p. 4076–4083. (IF=3,45)
4. Vorotilo S., Sidnov K., Mosyagin I. Yu., Khvan A.V., Levashov E.A., Patsera E.I., Abrikosov I.A. Ab-initio modeling and experimental investigation of the properties of ultra-high temperature solid solutions Ta<sub>x</sub>Zr<sub>1-x</sub>C **Journal of Alloys and Compounds**, 2019, Vol. 778, p. 480-486 (IF=4,175)
5. V.A. Ponomarev, A.N. Sheveyko, E.S. Permyakova, J. Lee, A.A. Voevodin, D. Berman, A.M. Manakhov, M. Michlicek, P.V. Slukin, V.V. Firstova, S.G. Ignatov, I.V. Chepkasov, Z.I. Popov, D.V. Shtansky TiCaPCON-supported Pt- and Fe-based nanoparticles and related antibacterial activity **ACS Applied Materials & Interfaces** 11 (2019) 28699-28719 (IF=8.456)
6. Astapov A.N., Pogozhev Yu.S., Prokofiev M.V., Lifanov I.P., Potanin A.Yu., Levashov E.A., Vershinnikov V.I. Kinetics and Mechanism of High-Temperature Oxidation of the Heterophase ZrSi<sub>2</sub>-MoSi<sub>2</sub>-ZrB<sub>2</sub> Ceramics. **Ceramics International**, 2019, Vol 45, Issue 5, 2019, p. 6392-6404 (IF=3,45)
7. K.A. Kuptsov, A.N. Sheveyko, E.I. Zamulaeva, D.A. Sidorenko, D.V. Shtansky Two-layer WC/a-C coatings produced by a combination of pulsed arc evaporation and electro-spark deposition in vacuum **Materials and Design** 167 (2019) 107645 (IF=5.77)
8. V.A. Ponomarev, A.N. Sheveiko, I.V. Sukhorukova, N.V. Shvindina, A.M. Manakhov, I.Y. Zhitnyak, N.A. Gloushankova, N.K. Fursova, S.G. Ignatov, E.S. Permyakova, J. Polčák, D.V. Shtansky, Microstructure, chemical and biological performance of boron-modified TiCaPCON films, **Applied Surface Science** 465 (2019) 486–497 (IF=5.155)
9. V.A. Ponomarev, N.V. Shvindina, E.S. Permyakova, S.G. Ignatov, B. Sirota, A.A. Voevodin, D.V. Shtansky, Structure and antibacterial properties of Ag-doped micropattern surfaces produced by photolithography method, **Colloids and Surfaces B**, 173 (2019) 719-724 (IF=3.973)
10. Kiryukhantsev-Korneev P.V., Amankeldina Z.S., Sheveyko A.N., Vorotilo S., Levashov E.A. Effect of Boron and Oxygen on the Structure and Properties of Protective Decorative Cr–Al–Ti–N Coatings Deposited by Closed Field Unbalanced Magnetron Sputtering (CFUBMS). **Appl. Sci.** 2019, 9, 4977 (IF=2,217)

#### Патенты и Ноу-Хау

1. Евразийский патент № 033318 от 30.09.2019. Способ получения биоактивного покрытия с антибактериальным эффектом.
2. Ноу-Хау «Состав и способ получения керамики на боридной, карбидной и силицидной основе, стойкой к динамическому воздействию высокотемпературного газового потока» Зарегистрировано в депозитарии НИТУ «МИСиС» 09 октября 2019 г. № 09-164-2019 ОИС.

#### Основные научно-технические показатели

- Статей в журналах Web of Science и Scopus – 43
- Статей в российских научных журналах из списка ВАК – 12
- Монографий – 0
- Количество поддержанных патентов на объекты промышленной собственности – 0
- Количество зарегистрированных зарубежных патентов и заявок в год – 1
- Количество конференций, в которых принимали участие сотрудники НУЦ СВС – 9
- Количество выставок, на которых были представлены экспонаты или стенды научных разработок с участием сотрудников НУЦ СВС – 3

#### Контакты

**Левашов Евгений Александрович** – директор НУЦ СВС, д-р техн. наук, профессор, академик РАЕН  
**Тел.:** (495) 638-45-00  
**E-mail:** levashov@shs.misis.ru  
**Сайт:** <http://shs.misis.ru>

# ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

## КАФЕДРА АВТОМАТИЗАЦИИ

**Калашников Евгений Александрович**

Заведующий кафедрой, кандидат технических наук, доцент



**Стратегическая цель кафедры – обеспечение качественной подготовки профессионалов в области робототехнических систем автоматизированного управления, интеллектуального управления и обработки информации в технических системах.**

Кафедра Автоматизации осуществляет подготовку магистров по направлениям:

15.04.04 – Автоматизация технологических процессов и производств, профиль «Робототехнические системы автоматизированного управления»;

27.04.04 – Управление в технических системах, профиль «Интеллектуальное управление и обработка информации в технических системах».

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

С целью повышения качества образовательного процесса и подготовки специалистов, отвечающих требованиям и специфике рынка инновационных технологий для автоматизации производства, кафедра сотрудничает с ведущими предприятиями в данной области. Партнерами кафедры являются ведущие предприятия, специализирующиеся в области создания инновационных технологий для автоматизации производства, и научно-исследовательские организации: ООО «Фанук», ООО «Рена-Солюшинс», ООО «Эпирок Рус», ООО «Промтех», ПАО «Мосэнерго», ПАО «Русполимет», Группа «Интер РАО», Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН.

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

Кафедра участвует в научных и образовательных проектах, связанных с разработкой робототехнических систем автоматизированного управления, с этой целью проводится модернизация инфраструктуры кафедры. В настоящий момент совместно с компаниями «Фанук» и «Рена-Солюшинс» ведется работа по созданию научно-исследовательской лаборатории робототехники и машинного зрения. В рамках договора с компанией «Эпирок Рус» планируется создание лаборатории для реализации проекта применения системы автоматизированного управления сетью вентиляторов местного проветривания.

Общая сумма заключенных в 2019 году хозяйственных договоров составила 150 тысяч рублей.

Кадровый потенциал кафедры состоит из 16 научно-педагогических работников, в числе которых 1 доктор наук и 10 кандидатов.

**Научно-технические показатели деятельности кафедры автоматизации в 2019 году**

Сотрудники кафедры в 2019 году являются авторами 24 публикаций:

1. 18 статей, в том числе 4 – в изданиях, индексируемых Scopus или Web of Science, 9 – в научных журналах, включенных в РИНЦ, 5 – в сборниках материалов конференций.

2. 5 учебных пособий.

3. 1 монография.

**Публикации в изданиях, включенных в Scopus или Web of Science**

1. Халкечев Р.К. Нечеткая математическая модель изменения концентрации трещин в минерале под действием внешней нагрузки // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2019. – №6. – С. 97-105.

2. Халкечев Р.К. Применение теории мультифрактального моделирования процессов деформирования и разрушения породных массивов с целью краткосрочного прогнозирования внезапных выбросов угля и газа // Уголь. – 2019. – №7. – С.48-50.

3. Халкечев Р.К. Теория мультифрактального моделирования процессов деформирования и разрушения породных массивов как основа автоматизации технологии буровзрывных работ на угольных разрезах // Уголь. – 2019. – №11. – С. 32-34.

4. Osipova N. V. Automatic control system for wet magnetic separation of iron ore // Gornyi Zhurnal, 2019, no 1. pp. 62-65. DOI: 10.17580/gzh.2019.01.13

**Учебники и учебные пособия**

1. Осипова Н.В. Математическое моделирование объектов и систем управления. Учебное пособие. – М.: Издательский Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 67 с.

2. Осипова Н.В. Программное обеспечение систем управления. Учебное пособие. – М.: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 74 с.

3. Осипова Н.В. Математическое моделирование объектов и систем управления. Учебно-методическое пособие. – М.: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 39 с.

4. Осипова Н.В. Моделирование систем управления. Учебно-методическое пособие. – М.: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 50 с.

5. Шаронов А.В., Маркарян А.О. Прикладной функциональный анализ: практикум. – М.: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 40 с.

**Монографии**

1. Маркарян Л.В. Модели и алгоритмы системы коллективного интеллекта: монография. – М.: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 102 с.

**Сотрудниками кафедры в 2019 году зарегистрировано 13 патентов на объекты промышленной собственности и свидетельств на программы для ЭВМ, базы данных и топологию интегральных микросхем**

1. Ахобадзе Г. Н., Бабаян Р. Р. Устройство для измерения высоких давлений газообразных сред: Патент на изобретение № 2708938 РФ; Зарег. 12.12.2019.

2. Ахобадзе Г. Н. Автоподстроечный способ измерения малого значения уровня вещества: Патент на изобретение № 2706453 РФ; Зарег. 19.11.2019.

3. Ахобадзе Г. Н. Устройство для определения содержания воды в потоке нефтепродукта: Патент на изобретение № 2706451 РФ; Зарег. 19.11.2019.

4. Ахобадзе Г. Н. Устройство для дистанционного отключения поврежденного участка электрической цепи: Патент на изобретение № 2691738 РФ; Зарег. 18.06.2019.

5. Ахобадзе Г. Н. Устройство для измерения плотности бурового раствора в легкосплавленной буровой трубе: Патент на изобретение № 2687710 РФ; Зарег. 15.05.2019.

6. Ахобадзе Г. Н. Способ удаления гололеда с проводов линии электропередачи: Патент на изобретение № 2687247 РФ; Зарег. 08.05.2019.

7. Ахобадзе Г. Н. Сверхвысокочастотный измеритель электрических величин: Патент на изобретение № 2686452 РФ; Зарег. 25.04.2019.

8. Ахобадзе Г. Н. Способ определения напряженности магнитного поля: Патент на изобретение № 2684446 РФ; Зарег. 09.04.2019.

9. Ахобадзе Г. Н. Цифровой измеритель электрического тока: Патент на изобретение № 2680988 РФ; Зарег. 01.03.2019.

10. Халкечев Р.К. Программа определения деформационных свойств геоматериалов мультифрактальной структуры. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2019615272. Зарег. 23.04.2019.

11. Халкечев Р.К. Программа анализа структуры минерала на предмет обнаружения преимущественной ориентации зерен. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2019617380. Зарег. 06.06.2019.

12. Халкечев Р.К. Программа анализа структуры геоматериала на предмет существования представительного объема. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2019666286. Зарег. 06.12.2019.

13. Халкечев Р.К. Программа определения внешнего поля напряжений, действующего на геоматериалы. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2019667448. Зарег. 24.12.2019.

### **Контакты**

**Адрес:** г. Москва, Ленинский проспект, д. 6, корпус «Л», Л-814-821.

**Калашников Евгений Александрович** – заведующий кафедрой, канд. техн. наук, доц.

**Тел.:** (499) 230-26-33

**E-mail:** avt@misis.ru

## КАФЕДРА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

**Темкин Игорь Олегович**

Заведующий кафедрой, доктор технических наук, профессор



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

### **Основные направления научной деятельности кафедры**

1. Разработка методов построения и моделей интеллектуальных систем управления в
2. Горно-металлургической промышленности.
3. Модели и технологии обработки и анализа данных для решения задач диагностики, прогнозирования и управления в социотехнических системах.
4. Оптимизационное моделирование сложных социально-экономических систем.

### **В 2019 году сотрудниками кафедры реализовывались два грантовых проекта РФ**

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

Всего в 2019 году сотрудниками кафедры АСУ выполнены научные исследования на общую сумму более 11 млн. рублей.

В настоящее время на кафедре АСУ работают 5 докторов технических наук и 1 доктор физико-математических наук (в том числе 2 совместителя), 14 доцентов (к.т.н. и к.э.н.), 5 старших преподавателей, 4 ассистента, 5 инженеров. В аспирантуре на кафедре проходят обучение 8 аспирантов, в том числе 2 иностранца.

6 сотрудников кафедры работают в составе экспертных советов МИСиС 05.13.01, 05.13.06 и 25.00.35, двое из них входят в состав Объединенного диссертационного совета НИТУ «МИСиС». Постоянно действует научный семинар, в рамках которого в 2019 г. заслушано 2 кандидатских и одна докторская работы, защита которых планируется в 2020 году.

За 2019 год сотрудниками кафедры было опубликовано около 50 научных статей и тезисов докладов научных конференций, в том числе: в российских научных журналах из списка ВАК – 18, в научных журналах, индексируемых в базе данных Scopus и Web of Science – 24; подготовлена 1 монография; получены авторские свидетельства на 3 программы для ЭВМ.

### **Наиболее значимые из публикаций представлены работами**

– Temkin, I.O., Myaskov, A.V., Konov, I.S., Deryabin, S.A Construction and functioning of digital platform for transportation control in opencast mines 2019 Gornyi Zhurnal 2019(11), с. 82-86

– Temkin I.O., Deryabin S.A., Konov I.S., Kim M.V.: Possible architecture and some neuro-fuzzy algorithms of an intelligent control system for open pit mines transport facilities. Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, Vol. 320: Fuzzy Systems and Data Mining V, P. 412-420, 2019, DOI: 10.3233/FAIA190205.

– Krivonozhko V.E., Førsund F.R., Lychev A.V. Measuring the smoothness of the DEA frontier // Optimization Letters. 2019. V. 13, № 8. P. 1871–1884.

– Krivonozhko V.E., Lychev A.V., Blokhina N.S. Construction of three-dimensional sections of the efficient frontier for non-convex models // Doklady Mathematics. 2019. V. 100, № 2. P. 472–475. [Scopus, WOS, Q3]

– Zykov, S.V., Temkin, I.O., Deryabin, S.A Tradeoff-based architecting of the software system for autonomous robotized open pit mining, 2019 Procedia Computer Science 159, с. 1740-1746

– Ratner S.V., Lychev A.V. Evaluating environmental impacts of photovoltaic technologies using Data Envelopment Analysis // Advances in Systems Science and Applications. 2019. Vol.19, No.1. P. 12-30.

– Prokofeva E.N., Vostrikov A.V., Goncharenko S.N., Griбанov I.V. ANALYTICAL MODELING FOR THE MODERN MINING INDUSTRY // Eurasian Mining. 2019. No. 2.

– Умербеков Ж. Ж., Гончаренко С. Н. Обоснование эффективности внедрения целевой модели управления производственной безопасностью горнодобывающей компании // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2019. – № 8. – С. 225–234. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-08-0-225-234.

– Гончаренко С.Н., Авдеев А.Б. Разработка проблемно-ориентированной информационной аналитической системы управления, планирования и оптимизации производственной деятельности горнопромышленного предприятия. Вопросы радиоэлектроники. 2019;(11):82-86. <https://doi.org/10.21778/2218-5453-2019-11-82-86>

– Dudarev, V., Kiselyova, N., Temkin, I. Relevance evaluation of information retrieval in the integration of information systems on inorganic substances properties 2019 CEUR Workshop Proceedings 2523, с. 348-357.

– Т Нtay, W.Z., Pevzner, L.D., Temkin, I.O. The structure of the information system walking dragline | 2019, Ugol (1), с. 34-36.

– Зайцева Е.В., Агафонов В.В. Общие и специальные «цифровые» предпосылки для создания научно-методических и системотехнических принципов реализации стратегии развития цементных производств. Техника и технология силикатов, 2019 №3, с. 86-90

– Зайцева Е.В., Агафонов В.В. Научно-методическое обеспечение выбора и обоснования стратегий развития технологических систем цементных производств: Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – № 5 (специальный выпуск 12), 2019, 40 с., ISBN: 0236-1493

– Kondybayeva A., Solodov S. Generative Adversary Networks in Signal Generation Problems 2019 Wave Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems (WECONF), DOI: 10.1109/WECONF.2019.8840608

Сотрудники кафедры приняли участие с докладами в работе 5 международных конференций, среди которых такие, как: 2019 IEEE 21st Conference on Business Informatics (Moscow), V International conference «Fuzzy Systems and Data Mining» (Kitakyushu, Japan), 23rd International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems (Budapest, Hungary).

В аудиториях и лабораториях кафедры в рамках Международной научной конференции «Неделя горняка» был проведен научный семинар «Информационные технологии в горном деле», участниками которого стали представители горных компаний, а также научных и учебных учреждений РФ и стран ближнего и дальнего зарубежья (Вьетнам, Мьянма, Казахстан, ФРГ, Польша). В ходе проведения семинара демонстрировались последние результаты в области развития технологий интеллектуального управления и решения прикладных задач цифровой трансформации промышленности – прогнозного обслуживания (Predictive Maintenance) и цифрового дублирования (Digital Twins) на примере транспортно-технологических процессов в карьере. Успешное продолжение работ по разработке «цифровых двойников» для использования в задачах управления сложными технологическими процессами открывает перспективы заключения в следующем году ряда хозяйственных договоров на проведение НИР.



### Контакты

**Бондаренко Инна Сергеевна** – зам. заведующего кафедрой АСУ по науке, канд. техн. наук, доцент

**Тел.:** (499) 230-24-34, (495) 236-41-03

**E-mail:** asu@misis.ru

## КАФЕДРА ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ И ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ (ЭИИС)

**Шкундин Семен Захарович**

Заведующий кафедрой, д.т.н., профессор, заслуженный деятельный науки РФ,  
почётный работник высшего образования РФ



**Научная деятельность кафедры** связана с информационно-измерительными системами и приборами обеспечения безопасности технологических процессов, в основном, в горной и металлургической промышленности, их автоматизацией, а также разработкой медицинских приборов, приборов контроля окружающей среды, приборов для ряда других отраслей.

На кафедре решаются следующие **научные задачи**:

1. Развитие направления акустической анемоспирометрии, что включает:

– Развитие теории аэроакустического взаимодействия в цилиндрических волноводах-воздуховодах, т.е. математическое описание распространения акустических волн в цилиндрическом волноводе с потоком.

– Разработка теории интегральной расходомерии с целью создания инновационных расходомеров для промышленных воздуховодов (выработки, тоннели, трубы).

– Разработка акустического микроанемометра для измерения скоростей слабых газоздушных потоков с непревзойдёнными характеристиками.

– Разработка акустического расходомера.

– Разработка интегрального анемометра для капитальных горных выработок с загромождёнными сечениями, позволяющего повысить точность измерения расхода в 4-6 раз.

1. Развитие направления расчёта и моделирования вентиляционных сетей шахт и рудников. Совершенствование математической модели распределения воздуха в сложных многосвязных сетях. Разработка новой версии программы динамического расчёта воздухораспределения в шахтах и рудниках.

2. Создание метрологического обеспечения для систем контроля вентиляции угольных шахт и промышленных предприятий.

3. Разработка медицинских систем и приборов контроля дыхания человека, современных кардиологических приборов.

4. Разработка информационно-измерительных систем обеспечения безопасности предприятий и производств.

**Общий объем финансирования научной деятельности по хозяйственным договорам в 2019 году составил 1.5 млн. руб.**

На кафедре работают два профессора, четырнадцать доцентов, восемь старших преподавателей и три ассистента.

Результаты научной работы отражены в научных публикациях. Всего за 2019 год было опубликовано 32 научные статьи. Из них 6 статей - в изданиях, индексируемых Scopus и WoS.

**Наиболее значимые публикации в 2019 г.**

1. Анализ траекторий акустических лучей в методе интегральной акустической анемометрии. С.З. Шкундин, Ю.М. Филатов, В.В. Соболев, А.М. Ермолаев, Л.Е. Бахаров, 2019 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Уголь № 8-2019 /1122/

2. Описание стохастических сетей на основе потокового представления. В.А. Жевнеров. Научный альманах ·2019 · N 6-1(56), стр.196-198.

3. Микропроцессорная система стабилизации угловой скорости вращения ротора двигателя постоянного тока. А.В. Ситников, Ю.А. Белобокова, М.В. Колистратов // Системный администратор. – 2019. – №4. – С. 86-91

4. Модель планирования группового полета и взаимодействия беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в условиях деградации группы. Н.А. Максимов. Научно-технический вестник Поволжья № 6, с.24-29, Казань, 2019 г.

5. Damping of gas bubble small radial oscillations in fluid. А.Г. Петров, В.В. Вановский, М.С. Лопушански. Доклад на конференции//14th International Conference on Heat Transfer, Fluid Mechanics and Thermodynamics (HEFAT 2019).

Результаты научной работы студентов представлялись на студенческой научной конференции «Дни студенческой науки», опубликовано 48 тезисов докладов.

Пять научных работ представлено на конкурсе проектных работ имени А.А. Бочвара, три из них заняли призовые места.

Защищена одна диссертация кандидата технических наук.

#### **Контакты**

**Адрес:** 119991, г. Москва, Ленинский проспект, д. 4, 6

**Анисимова Марина Сергеевна** – Ученый секретарь

Аудитория Б-305

Тел.: +7 (495) 955-01-40

**E-mail:** marsel-marina@rambler.ru

# ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

**Молчанов Геннадий Алексеевич**

Директор института



В состав института входят: кафедра бизнес-информатики и систем управления производством (БИСУП); кафедра государственного и муниципального управления в промышленных регионах (ГМУ); кафедра промышленного менеджмента (ПМ); кафедра экономики (ЭК); научно-исследовательский центр технологического прогнозирования (НИЦ ТП); центр новых технологий в образовании (ЦНТО); центр второго экономического образования (ЦВЭО). В институте работает: профессоров – 27 чел.; доцентов – 47чел.; старших преподавателей – 32 чел.; ассистентов – 24 чел. Из них: 27 доктор наук; 47 кандидата наук, 5 аспирантов. В институте обучение осуществляется по направлениям: экономика, менеджмент, государственное и муниципальное управление и бизнес информатики, как

по дневной, так и по дистанционной формам. Научная деятельность на кафедрах института включает в себя следующие направления.

**На кафедре БИСУП** работа ведется в направлении «Методология и практика разработки процессных информационных систем управления предприятием» которое направлено на решение научных и практических вопросов повышения эффективности функционирования интегрированных информационных систем управления предприятиями, за счет разработки и внедрения эффективных методик моделирования и управления бизнес-процессами.

**На кафедре ГМУ** формируется стратегия социально-экономического развития промышленных регионов/градообразующих предприятий, разрабатывается нормативно-методическое обеспечение недропользования в системе минерально-сырьевого комплекса, методология управления горнопромышленными системами методология и научные подходы решения общих проблем развития минерально-сырьевого комплекса России.

**На кафедре экономики** основными направлениями научной деятельности являются обоснование тенденций и экономических проблем развития промышленности, в т.ч. металлургии РФ; вопросы экологизации промышленного, в т.ч. металлургического производства; разработка теоретических и методологических принципов, методов, способов, механизмов прогнозирования экономических и социальных процессов; проблемы совершенствования системы высшего образования.

**На кафедре ПМ** важнейшими являются разработки технологии и конструирования инструментария оценки производственных процессов на предприятиях металлургического комплекса Российской Федерации, а частности осуществлено прогнозирование эффективных вариантов реализации инновационного цикла создания перспективных металлических материалов для ключевых отраслей экономики на основе междисциплинарных исследований.

По результатам проведенных научных исследований сотрудниками института были изданы монографии и учебная литература:

1. Костюхин Ю.Ю. Потенциал промышленного предприятия и его использование. М.: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. 174 с.;

2. Особенности развития промышленных предприятий в условиях цифровизации экономики : монография / Е.Ю. Сидорова [и др.]. – М. : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 340 с. ISBN 978-5-907226-04. 91 с.

3. Сидорова Е.Ю., Бобошко Д.Ю. *Налоги и налогообложение. Учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки 38.03.00 «Экономика и управление» (квалификация (степень) «бакалавр»)* / Москва, 2019. Сер. Высшее образование: Бакалавриат.
4. Ретроспективная и прогнозная оценки эффективности технологического развития угольной промышленности России, Журнал «Уголь», № 2, 2018 (Scopus), Рожков А.А., Воскобойник М.П. Режим доступа: <http://www.ugolinfo.ru/index.php?article=201802048>
5. Kostygova L.A., Sidorova E.Yu, Vikhrova N.O. Modern clusters and assessment of their innovative development. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*. 2019. P. 603-614.
6. Kostygova L. A. Prospects of development of resources recycling on the basis of interregional interaction with the use of “smart specialization” of regions. 19 th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019. Sofia, 2019. P. 757-762 (in Russ.).
7. Osipova O., Lomonosova N. Application of online courses in the higher education system. 19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference. Sofia, 2019. P. 49-54.
8. Zaitseva N.A., Makarova L.M., Larionova A.A., Filatov V.V., Okunev D.V., Polozhentseva I.V., Vikhrova N.O. Assessment of competitiveness of subjects of the market of Telecommunication Services, *Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. 2019. №6. P. 1-19.
9. Vinogradova E.V., Agüero D. Labor productivity as an integral part of innovative entrepreneurship. *Academy of Entrepreneurship Journal*. 2019. P.249-254.
10. Radyuk A. G., Gorbatyuk S. M., Tarasov Y. S., Titlyanov A. E., Aleksakhin A. V. Improvements to Mixing of Natural Gas and Hot-Air Blast in the Air Tuyeres of Blast Furnaces with Thermal Insulation of the Blast Duct. *Metallurgist. Moscow*, 2019. P. 433–440
11. Trofimova L., Prodanova N., Korshunova L., Savina N., Ulianova N., Karpova T., Shilova L. Public sector entities’ reporting and accounting information system. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*. 2019. P. 416-424.
12. Kostyukhin Y., Savon D., Safronov A., Zhaglovskaya A. Improvement of industrial safety control in the coal sector // *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2019.
13. Sidorova E., Kostyukhin Y., Shtanskiy V. Creation of Conditions for the Development of Production of Science-Intensive Products Based on the Potential of Russian Applied Scientific Organizations // *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 2019.
14. Savon D., Zhaglovskaya A. Technologies of alternative coal conversion and waste management: General aspects of economic expediency. // *Eurasian Mining*, 2019.
15. Repnikova V., Bykova O., Skryabin O., Morkovkin D., Novak L. Strategic aspects of innovative development of entrepreneurial entities in modern conditions // *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 2019.

Важнейшим научным направлением института ЭУПП является непрерывная научная работа студентов, которая выполняется как в рамках учебного процесса, так и в рамках, выполняемых в подразделениях института хозяйственных научно-исследовательских работ. Студенты для своих исследований собирают информацию на производственной практике в рамках КНИР и преддипломной практике. Полученные студентами научные результаты докладываются на студенческой конференции «Дни науки НИТУ «МИСиС». В рамках данной работы все кафедры института издают ежегодные сборники научных работ студентов и аспирантов, как в печатном, так и электронном виде. В 2019 году выполнен грант на сумму 700 тыс.руб. (Сидорова Е.Ю., Костюхин Ю.Ю., Штанский В.А.) на тему: «Эффективность производства и коммерциализация наукоемкой продукции на базе прикладных научных организаций» и НИР на тему «Концептуальная модель механизма формирования потенциала научных знаний для производства наукоемкой продукции и оценка экономической и коммерческой эффективности» на сумму 300 тыс.руб (Сидорова Е.Ю., Костюхин Ю.Ю.)

Основные результаты 2019 года. Объем поступивших в институт коммерческих средств составил 112,1 млн. руб. Сотрудниками института опубликовано более 150 статей, в том числе 27 в журналах, индексируемых в базах Web of Science и SCOPUS; более 100 в журналах из списка ВАК; издано б монографий; более 30 учебных пособий, в том числе электронных.

### **Контакты**

**Молчанов Геннадий Алексеевич** – директор института

**Тел.:** +7 (499) 237-16-14

## КАФЕДРА БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКИ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ

**Пятецкий Валерий Ефимович**  
Заведующий кафедрой,  
доктор технических наук, профессор



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

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

**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 регламентации, моделирования и оптимизации бизнес-процессов производства.

– Управление бизнес-процессами предприятия средствами ERP-систем.

– Оперативное управление производственными процессами металлургического предприятия на основе MES-систем.

– Информационно-аналитические (BI) системы управления эффективностью бизнеса.

### **Кадровый потенциал кафедры**

На кафедре работают 37 человек профессорско-преподавательского состава из них:

5 – профессоров,

13 – доцентов,

11 – старших преподавателя,

8 – ассистентов,

Из них: докторов технических наук – 5, кандидатов наук - 19.

На кафедре преподают сотрудники ведущих ВУЗов и НИИ России (НИУ «МАИ», ИПУ РАН, Финансового Университета при правительстве РФ и др.). Занятия проводятся с привлечением специалистов ведущих консалтинговых компаний по информационным технологиям (BearingPoint, SAP СНГ, ИНЛАЙН ГРУП, компания Айтеко Бизнес-Консалтинг, NVisionGroup, ЗАО «ГАЛАКТИКА», Delloit, Broner Metals Solutions, ООО «АНТ-Информ», АРТЭК, ООО «ВРМ Консалтинг Групп» и др.)

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

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

– Процессный подход в информационных системах. (науч. рук. проф. Пятецкий В.Е., доц. Рыжко А.Л.);

- архитектура предприятия и корпоративных информационных систем управления предприятием. (науч. рук. доц. Рыбников А.И., доц. Разбегин В.П.);
- методология, инструментарий и практика интеграции и управления контентом в корпоративных информационных системах управления предприятием (науч. рук. доц. Свирин М.Н.);
- методология и инструментарий имитационного моделирования процессов и производственных систем (науч. рук. доц. Литвяк В.С.);
- методология, инструментарий систем поддержки принятия многокритериальных решений (СППР),(DSC) (науч. рук. доц. Макаров В.В. Рубчинский А.А.);
- и др.

Осуществляется непрерывная научная подготовка студентов. В рамках основных научных направлений на кафедре организовано и функционируют 30 бизнес-школ, в которых участвуют более 90 % студентов кафедры начиная с 1 – го курса. Полученные результаты студенты докладывают в течение года на научных семинарах кафедры, принимают участие в Днях Науки «МИСиС». В 2019 г. г. в рамках проведения Дней науки на кафедральную конференцию представлено 30 студенческих докладов, опубликовано 17 тезисов докладов, 1 студент получил 1-ю премию на конференции Института ЭУПП.. Магистранты обучающиеся по направлению 38.04.05 «Бизнес-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 в дальнейшем при подготовке магистерских диссертаций.

#### **Основные научные результаты**

- Проведены исследования и анализ существующих VI-систем управления эффективностью бизнеса.
- Предложена многоагентная систем имитационного моделирования архитектуры предприятия.
- Рассмотрены вопросы разработки системы показателей для оценки и управления бизнес-процессами.

#### **Основные результаты работы за 2019 г.**

1. Количество публикаций: статей и докладов – 21, в том числе: в изданиях индексируемых SCOPUS и WOS – 8, российских научных журналах из списка РИНЦ – 11, списка ВАК – 2;
2. Результаты доложены на 4 международных научных конференциях;
3. Количество студентов, занятых в НИР и ОКР, имеющих публикации, чел. – 27;
4. Проведение бизнес-школ со студентами в том числе с сертификацией по курсам:
  - Microsoft Office;
  - Archimate;
  - X-mind;
  - ARIS;
  - Вводный курс по IC;
  - Visio Studio.

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

#### **Основные публикации**

##### ***Статьи индексируемые в Scopus***

- 1 Alexander Rubchinsky. Notion of Graph Entanglement and its Application for Stock Market Analysis// 2019 IEEE 21st Conference on Business Informatics (CBI)
2. Gorchakova E., Quality education and digitalization of the economy// Lecture notes in mechanical engineering. – 2019. – С.212-218
3. V.V. Makarov, Ye.B. Frolov, I.S. Parshina, M.V. Ushakova, Design concept of digital twin// Proceedings of the 12th International Conference “Management of Large-Scale System Development” (MLSD). Moscow: IEEE, 2019.

4. N. Bakhtadze, B. Pavlov, V. Pyatetsky, A Suleykin Digital Energy Ecosystems// Proceedings of Manufacturing Modelling for Management and Control” (MIM 2019), 28 - 30 August 2019, Berlin- in IFAC PaperOnline

**Статьи из списка ВАК (РИНЦ)**

5. Горчакова Е.Н. Системный анализ бизнес-модели M3D на примере формирования ИТ-систем// Методы менеджмента качества. №11. – 2019. – С.26-31.

6. Горчакова Е.Н. Особенности моделирования бизнес-систем M3D // Методы менеджмента качества. №10. – 2019. – С.46-50.

7. Вихрова Н.О. Развитие управленческого учета и контроллинга в интегрированных системах управления// Материалы X международной научно-практической конференции CONTINUOUS DEVELOPMENT STRATEGIES, СТРАТЕГИИ ПОСТОЯННОГО РАЗВИТИЯ, Краматорск, 08 сентября 2017 г., 104 с. Издательство: ТОВ «Нілан-ЛТД»

8. Вихрова Н.О. Инновационные риски и их оценка в высокотехнологичных компаниях// Сборник трудов конференции INNOVATIONS IN SCIENCE AND TECHNOLOGY Proceedings of II International scientific conference London, UK, 31 октября 2017 г. Издательство: SI Univer-sum, 2017, с. 84. ISBN: 978-1-9997898-1-7

**Контакты**

**Пятецкий Валерий Ефимович** - заведующий кафедрой

**Тел.: (495) 955-01-06, (495) 955-61-96**

## КАФЕДРА ГОСУДАРСТВЕННОГО И МУНИЦИПАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНАХ (ГМУ)

**Тибилев Денис Петрович**

И.о. заведующего кафедрой, доктор экономических наук, профессор



Кафедра Государственного и муниципального управления в промышленных регионах ИЭУПП им. В. А. Роменца - формирующийся образовательный кластер, включающий два автономных образовательных направления:

**Бакалавриат:**

– **38.03.04 «Государственное и муниципальное управление» по профилям «Государственное управление экономикой и финансами» и «Цифровое государственное управление»**

В рамках программ изучается практика применения цифровых технологий в деятельности органов власти, исследуются условия для взаимодействия государства и бизнеса, проводится анализ сложных ситуаций с выработкой эффективных решений, а также дается понимание цифровой экономики и управления ею. Обучающиеся будут способны прогнозировать, планировать и управлять программами развития отраслей, регионов, государственных компаний, цифровизировать социально-экономические системы, осуществлять контрольно-надзорную деятельность, применять информационные технологии в профессиональной сфере и организовывать ее с учетом тенденций развития цифрового государственного управления.

– **38.03.06 «Торговое дело» по профилю «Логистика в коммерческой деятельности»**

В рамках программ изучается практика применения цифровых технологий в деятельности органов власти, исследуются условия для взаимодействия государства и бизнеса, проводится анализ сложных ситуаций с выработкой эффективных решений, а также дается понимание цифровой экономики и управления ею. Обучающиеся будут способны прогнозировать, планировать и управлять программами развития отраслей, регионов, государственных компаний, цифровизировать социально-экономические системы, осуществлять контрольно-надзорную деятельность, применять информационные технологии в профессиональной сфере и организовывать ее с учетом тенденций развития цифрового государственного управления.

**Магистратура:**

– **38.04.04 «Государственное и муниципальное управление» по профилю «Управление проектами и программами»**

В рамках программы обучающиеся научатся осуществлять стратегическое управление в интересах общества и государства, анализировать экономическое состояние отраслей бюджетного сектора и оценивать экономические последствия принимаемых решений, применять законодательство и нормативно-правовые акты в административной деятельности, экономически обосновывать проекты и программы, разрабатывать должностные и административные регламенты, разрабатывать программы социально-экономического развития федерального, регионального и местного уровней и анализировать их исполнение, организовывать взаимодействие с другими государственными и муниципальными органами, организациями, гражданами.

**Основные научные направления деятельности кафедры**

Целями научной деятельности кафедры является использование научного потенциала сотрудников кафедры для развития исследований в области теории и практики управления и экономики, прежде всего, в системе минерально-сырьевого комплекса, с развитием существующих и новых направлений в области управления государственными и муниципальными финансами, государственного управления экономической безопасностью и природными ресурсами, управления проектами и программами развития территорий.

Основные направления научной работы кафедры:

– формирование стратегии социально-экономического развития промышленных регионов/ градообразующих предприятий;

- развитие нормативно-методического обеспечения недропользования в системе минерально-сырьевого комплекса;
- методические подходы к формированию организационно-экономических механизмов разработки и реализации инновационных проектов;
- методология управления горнопромышленными системами;
- методология и научные подходы решения общих проблем развития минерально-сырьевого комплекса России;
- математическое моделирование социально-экономических систем и процессов;
- методология оценки и выбора вариантов реализации проектов на разработку месторождений минерального сырья.

#### **Кадровый потенциал подразделения**

10 профессоров, 16 доцентов, 6 старших преподавателей.

Из них: 10 докторов экономических наук, 19 – кандидатов экономических наук

Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2019 г.:

– Предложен способ оценки инвестиционной привлекательности техногенных минеральных объектов на основе критерия их вероятностной стоимости. Критерий позволяет учитывать рисковую составляющую при принятии инвестиционных решений для малого и среднего бизнеса и мотивирует создание высокой добавленной стоимости при производстве продукции из техногенных минеральных ресурсов. Обоснована необходимость использования механизма государственно-частного партнерства, позволяющего перераспределить риски между сторонами, участвующими в процессе обращения с отходами, с позиций эффективного управления ими.

– Проведен комплексный анализ проблемы разработки стратегии крупной компании в металлургии, включая развитие мотивации персонала, разработку инноваций и создание системы постоянных улучшений. Разработан алгоритм планирования производительности труда на основе факторного метода с использованием критерия экономии рабочей силы, выявлены резервы увеличения производительности труда для создания и модернизации высокопроизводительных рабочих мест в производстве. Разработаны критерии рейтинговых оценок надежности соблюдения предприятием ограничений на управляющие воздействия, обеспечивающие ему оптимальное значение добавленной стоимости, а также соблюдение задаваемых в финансовом анализе ограничений на финансовые коэффициенты.

– Предложен коэффициент конкурентного состояния (ККС) угледобывающей компании, в основе которого лежит расстояние между фактическими и эталонными экономическими показателями анализируемой компании. Установлена тесная взаимосвязь ККС компании и ее индекса прибыльности. Выделены группы показателей, которые имеют приоритетное значение для исследуемых компаний и управление которыми приведет к наиболее эффективному повышению показателя конкурентоспособности предприятия.

– Исследованы новые методы анализа внедрения инноваций на предприятиях с учётом особенностей экономического поведения отечественных субъектов экономической деятельности, предложены механизмы преодоления информационных барьеров между участниками инновационных проектов, обоснована функциональная структура и некоторые другие аспекты организационной системы поддержки инновационной деятельности на уровне отрасли. В качестве системообразующих проектов обеспечения инновационного прорыва предложено создание распределённой самоорганизующейся системы управления инновационными проектами и формирование государственного инновационного метапроекта.

– Дан анализ современных технологий, положительно влияющих на качество угольной продукции и утилизацию угольных отходов. Рассмотрены актуальные проблемы обращения отходов угольного производства, исследована роль отходов угледобычи в обеспечении экономического и экологического состояния угледобывающих предприятий и условия их использования в хозяйственной деятельности регионов. Разработаны методологические основы эколого-экономического обоснования и установлены критерии оценки эколого-экономической эффективности выявленных направлений использования отходов угольных обогатительных фабрик. На этой основе разработаны рекомендации по повышению эффективности использования отходов углеобогащения ОФ «Листвяжная» за счет создания на ней дополнительного производства аглопорита.

– В рамках проблемы обоснования способов повышения эффективности решения комплекса задач обеспечения экологической безопасности жизнедеятельности населения и социально-экономического развития углепромышленных территорий дана оценка эффективности инновационной деятельности по охране водных ресурсов на угольных предприятиях с учетом мировых прогрессивных технико-технологических решений. Выработаны рекомендации для условий угледобычи во Вьетнаме с учетом запланированного роста добычи угля.

– Проанализировано формирование экологических затрат на воздухозащитную деятельность предприятий, работающих в условиях высокозагрязненной атмосферы города, с учетом типовых направлений реорганизации воздухозащитной деятельности предприятий. Разработана экономико-математическая модель оценки ее вариантов.

– Предложен новый эколого-экономический подход к решению задач моделирования оценки и выбора вариантов сооружения транспортных развязок для мест формирования автомобильных заторов и пробок с учетом ценности городского наземного и подземного пространства.

Основные публикации:

1. Ретроспективная и прогнозная оценки эффективности технологического развития угольной промышленности России, Журнал «Уголь», № 2, 2018 (Scopus), Рожков А.А., Воскобойник М.П. Режим доступа: <http://www.ugolinfo.ru/index.php?article=201802048>

2. Формирование и трансформация институциональной системы регулирования структурных преобразований в угольной отрасли и на углепромышленных территориях России, Журнал «Уголь», № 2, 2018 (Scopus). Рожков А.А., Соловенко И.С. Режим доступа: <http://www.ugolinfo.ru/index.php?article=201802040>

3. Повышение производительности, качества и эффективности труда – основа экономической и конкурентоспособности угледобывающих предприятий. Журнал «Уголь», № 10, 2018 (Scopus). Рожков А.А., Попов В.Н., Грибин Ю.Г., Гаркавенко А.Н., Мельникова А.С.

Режим доступа: <http://www.ugolinfo.ru/index.php?article=201810060>

4. Анализ использования отечественного и зарубежного технологического оборудования на угледобывающих предприятиях России Журнал «Уголь», № 7, 2019 (Scopus). Режим доступа: <http://www.ugolinfo.ru/index.php?article=201907058> С.58-64 0,86 п.л Рожков А.А., Карпенко Н.В.

5. Формирование организационно-экономического механизма устойчивого развития экспортно-ориентированных угольных компаний печатная Журнал «Уголь», № 7, 2019 (Scopus)

Режим доступа: <http://www.ugolinfo.ru/index.php?article=201907098> С.98-102 0,6 п.л Рожков А.А., Воднева О.И., Попов С.М.

6. Анализ марочного состава промышленных запасов каменных углей и антрацитов действующих предприятий России Журнал «Уголь», № 12, 2019 (Scopus) 0,65 п.л. Рожков А.А., Шаклеин С.В., Писаренко М.В.

7. Системные проблемы и стратегические направления технологического развития угольной промышленности России печатная Современное состояние и направления развития технологий, машинного и аппаратного обеспечения, эколого-безопасного природопользования и переработки промышленных отходов горнопромышленных комплексов на территории Евразийского экономического пространства: материалы науч.-практ. конф., Минск – Солигорск, 5–6 сентября 2019 г. – Минск: БГТУ, 2019. – 123 с. ISBN 978-985-530-784-7. С.29-33 0,23 п.л. Рожков А.А., Грабский А.А.

8. Пространственное развитие угольной отрасли России – восточный вектор электрон. Монография. М.: АО«Росинформуголь», ООО «Редакция журнала «Уголь», 2019. ISBN 978-5-903638-17-8 Режим доступа: <https://aarozhkov.ru/works/> 250 с. 15,625 п.л. Рожков А.А.

#### **Основные научно-технические показатели**

Количество публикаций за 2019 год: 18

– в российских научных журналах из списка ВАК: 6

– в научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science/Scopus: 12

– конференций, в которых принимали участия сотрудники подразделения: 7

#### **Контактные реквизиты подразделения**

**Тибилев Денис Петрович** – И.о. зав. кафедрой ГМУ

**Тел.:** +7 (499) 236-81-55

**E-mail:** [tdp@inbox.ru](mailto:tdp@inbox.ru)

## КАФЕДРА ПРОМЫШЛЕННОГО МЕНЕДЖМЕНТА

**Костюхин Юрий Юрьевич**

Заведующий кафедрой, кандидат экономических наук, профессор



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

### **Основные направления научных работ кафедры**

- Стратегический менеджмент и инструментарий для разработки эффективной стратегии.
- Системы менеджмента качества и повышение их эффективности.
- Финансовое управление компаниями разного организационного профиля.
- Цифровая трансформация бизнеса.
- Риск-менеджмент.
- Диагностика предприятия с использованием интегральных показателей и оптимизационных моделей.

– 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.

### **Кадровый потенциал кафедры**

На кафедре работают:

- 7 – профессоров,
- 5 – доцентов,
- 9 – старших преподавателей,
- 10 – ассистентов.

На кафедре проходят обучение 3 аспиранта.

### **Основные научные и технические результаты**

– Разработаны технологии и осуществлено конструирование инструмента оценки производственного потенциала предприятий металлургического комплекса Российской Федерации.

– Проведена экономическая оценка разработанных технологий и инструмента с использованием информационных, в том числе Web-технологий.

– Разработан методический подход и практические рекомендации по управлению промышленным предприятием в условиях цифровой экономики.

– Осуществлён информационный мониторинг организационно-управленческой системы промышленных предприятий.

– Осуществлено прогнозирование эффективных вариантов реализации инновационного цикла создания перспективных металлических материалов для ключевых отраслей экономики на основе междисциплинарных исследований.

### **Основные научно-технические показатели количество публикаций**

– учебные издания, опубликованные преподавателями кафедры с грифом УМО и НМС, электронные уч. издания – 18;

– монографий – 4;

– статей – 97, в том числе: в российских научных журналах из списка ВАК – 22; в научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science и Scopus – 11; количество конференций – 36,

– количество конференций, организованных кафедрой – 1;

– кафедра активно сотрудничает с университетами Италии, Франции, Польши, Чехии.

– международные стажировки, совместно выполняемые проекты, участие в международных конференциях и победы в международных и всероссийских конкурсах.

**Основные публикации**

1. Tolstykh T., Shkarupeta E., Savon D. The digital transformation laboratory as an integral part of the National university of science and technology “MISIS” development strategy // Proceedings of the 33rd International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2019: Education Excellence and Innovation Management through Vision 2020.
2. Kostyukhin Y., Savon D., Safronov A., Zhaglovskaya A. Improvement of industrial safety control in the coal sector // Mining Informational and Analytical Bulletin, 2019.
3. Savon D., Aleksakhin A., Skryabin O., Goodilin A. Occupational health and safety digitalization in the coal industry // Eurasian Mining, 2019.
4. Sidorova E., Kostyukhin Y., Shtanskiy V. Creation of Conditions for the Development of Production of Science-Intensive Products Based on the Potential of Russian Applied Scientific Organizations // Smart Innovation, Systems and Technologies, 2019.
5. Savon D., Zhaglovskaya A. Technologies of alternative coal conversion and waste management: General aspects of economic expediency. // Eurasian Mining, 2019.
6. Tolstykh T., Shkarupeta E., Savon D., Safronov A., Savelyeva O. Digital transformation of managerial, technological and logistical processes based on formation of ecosystem of digital twins for individual systems // Proceedings of the 33rd International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2019: Education Excellence and Innovation Management through Vision 2020.
7. Repnikova V., Bykova O., Skryabin O., Morkovkin D., Novak L. Strategic aspects of innovative development of entrepreneurial entities in modern conditions // International Journal of Engineering and Advanced Technology, 2019.

**Контакты**

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

**Тел./факс:** (499) 236-81-50

**E-mail:** kostuhinyury@mail.ru

## КАФЕДРА ЭКОНОМИКИ

**Сидорова Елена Юрьевна**  
Заведующий кафедрой,  
доктор экономических наук, доцент



Научно-исследовательская деятельность кафедры направлена на решение фундаментальных и прикладных проблем в области экономики и управления предприятиями.

### **Основные направления научной работы кафедры**

- Тенденции и экономические проблемы развития промышленности, в т.ч. металлургии РФ.
- Вопросы экологизации промышленного, в том числе металлургического производства.
- Теоретические и методологические принципы, методы, способы, механизмы, прогнозирования экономических и социальных процессов.
- Проблемы развития инновационной экономики и организационно-экономические механизмы внедрения технологических инноваций.

– Проблемы совершенствования системы высшего образования.

### **Кадровый потенциал кафедры**

На кафедре работают:

- 5 – профессоров, д.э.н.,
- 13 – доцентов, к.э.н.,
- 6 – старших преподавателей,
- 6 – ассистентов.

### **Общий объем финансирования научно-исследовательских работ**

В 2019 году выполнен грант на сумму 700 млн.руб. (Сидорова Е.Ю.) на тему: «Эффективность производства и коммерциализация наукоемкой продукции на базе прикладных научных организаций», руководитель – д.э.н., доцент, заведующий кафедрой экономики НИТУ «МИСиС» Сидорова Е.Ю. Сотрудники кафедры активно участвуют в работах, выполняемых другими подразделениями университета.

### **Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2019 г:**

Научные результаты:

- проанализированы тенденции изменения производственных, экономических, социальных, экологических показателей промышленных предприятий, в том числе металлургических;
- изучен опыт функционирования территориальных инновационных кластеров в промышленности России;
- совершенствуется система смешанного обучения в условиях информатизации высшего образования.

Защищена 1 докторская диссертация;

В 2019 г. кафедра была соорганизатором 2-х межвузовских мероприятий с Финансовым университетом при Правительстве Российской Федерации и РУДН:

- Российская научная конференция (Финансовый университет, Лесное Озеро, январь 2019г.), (10 публикаций);
- Международная научно-практическая конференция «Цифровые финансы 2020» (7 февраля 2020г. РУДН) (6 чел).

В 2019 г. сотрудники и студенты кафедры участвовали в 31 научном мероприятии, программе академической мобильности ERASMUS+ (AGH, Польша).

Организована работа секций студенческой конференции НИТУ «МИСиС» «Дни науки МИСиС» и опубликовано 90 тезисов.

### **Подготовка специалистов высшей квалификации**

Утверждена докторская диссертация Калинского О.И. по спец.08.00.05 (защита в Диссертационном Совете ФГАОУ ВО «НИТУ МИСиС»)

**Основные публикации:**

Монографии

Особенности развития промышленных предприятий в условиях цифровизации экономики : монография / Е.Ю. Сидорова [и др.]. – М. : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 340 с. ISBN 978-5-907226-04

Елисеева, Е.Н., Костыгова Л.А. Инновации как драйвер развития промышленности (раздел монографии «Проблема модернизации российской экономической системы в санкционных условиях») / Под ред. А.А. Сукиасян. – Уфа: Издательство «Аэтерна», 2019. – С. 48–69.

Учебники

1. Сидорова Е.Ю., Бобошко Д.Ю. Налоги и налогообложение. Учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки 38.03.00 «Экономика и управление» (квалификация (степень) «бакалавр») / Москва, 2019. Сер. Высшее образование: Бакалавриат.

2. Сидорова Е.Ю., Бобошко Д.Ю. Налоги и налогообложение: Практикум для студентов высших учебных заведений, обучающихся по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки 38.03.00 «Экономика и управление» (квалификация (степень) «бакалавр») / Москва, 2019. Сер. Высшее образование: Бакалавриат.

3. Костыгова, Л.А.. Экономика фирмы: электронный учебник.- М.: Изд. Дом «МИСиС», 2019.

4. Костыгова, Л.А. Деловые коммуникации: электронный учебник. – М.: Изд. Дом «МИСиС», 2019.

Учебно-методические пособия

Елисеева Е.Н., Шмелева Н.В., Бобошко Д.Ю. Корпоративный финансовый учет. – М. Изд. Дом «МИСиС», 2019. – 165 с. (ГРИФ УМО)

Статьи в российских научных журналах из списка Scopus ВАК

1. Kostygova L.A., Sidorova E.Yu, Vikhrova N.O. Modern clusters and assessment of their innovative development. Entrepreneurship and Sustainability Issues. 2019. P. 603-614.

2. Kostygova L. A. Prospects of development of resources recycling on the basis of interregional interaction with the use of “smart specialization” of regions. 19 th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019. Sofia, 2019. P. 757-762 (in Russ.).

3. Osipova O., Lomonosova N. Application of online courses in the higher education system. 19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference. Sofia, 2019. P. 49-54.

4. Zaitseva N.A., Makarova L.M., Larionova A.A., Filatov V.V., Okunev D.V., Polozhentseva I.V., Vikhrova N.O. Assessment of competitiveness of subjects of the market of Telecommunication Services, Contemporaneous: Educación, Política y Valores. 2019. №6. P. 1-19.

5. Vinogradova E.V., Aguero D. Labor productivity as an integral part of innovative entrepreneurship. Academy of Entrepreneurship Journal. 2019. P.249-254.

6. Radyuk A. G., Gorbatyuk S. M., Tarasov Y. S., Titlyanov A. E., Aleksakhin A. V. Improvements to Mixing of Natural Gas and Hot-Air Blast in the Air Tuyeres of Blast Furnaces with Thermal Insulation of the Blast Duct. Metallurgist. Moscow, 2019. P. 433–440

7. Trofimova L., Prodanova N., Korshunova L., Savina N., Ulianova N., Karpova T., Shilova L. Public sector entities' reporting and accounting information system. Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. 2019. P. 416-424.

8. Елисеева Е.Н., Совершенствование инструментария оценки вероятности банкротства (на примере конструкторской машиностроительной организации). Вестник Евразийской науки, 2019 №4, <https://esj.today/PDF/45ECVN419.pdf> (доступ свободный).

9. Бобошко Д.Ю. Налог на профессиональный доход или патент: сравнительный анализ двух специальных налоговых режимов для самозанятых.- Аудитор. 2019. Т. 5. № 8. С. 51-60.

10. Бобошко Д.Ю., Анализ влияния налоговой политики на развитие малого и среднего бизнеса в РФ - Экономические системы. 2019. Т. 12. № 1. С. 102-108.

11. Костыгова Л.А., Европейский опыт модернизации промышленности на основе меж-регионального сотрудничества – Вестник Евразийской науки, 2019 № 4, <https://esj.today/PDF/46ECVN419.pdf> (доступ свободный).

**Основные научно-технические показатели**

– количество публикаций: монографий – 4; учебников и учебных пособий – 22; статей – 60, в том числе: в российских научных журналах из списка ВАК – 18; в научных журналах, индексируемых в базах данных WebofScience и Scopus – 13; публикации студентов – 90 (тезисы конференций).

– показатель цитируемости для НПП по РИНЦ (индекс Херши) – от 1 до 5;

**Контакты**

**Сидорова Елена Юрьевна** – заведующий кафедрой, доктор экон. наук, доцент

Тел.: 8(903) 772-36-18

E- mail: [ejsidorova@ya.ru](mailto:ejsidorova@ya.ru)

# ИНСТИТУТ БАЗОВОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**Подвойская Наталия Леонидовна**  
Директор института, кандидат политических наук



Институт базового образования реализует дисциплины социально-гуманитарного, естественнонаучного и математического цикла.

Научная деятельность кафедр ИБО многогранна. Можно выделить общие направления, которые находятся в фокусе внимания всех кафедр:

- цифровые технологии в обучении;
- реализация модели смешанного обучения;
- инновационные методики преподавания;
- интеграция преподаваемых дисциплин с различными дисциплинами инженерного цикла;
- развитие творческого потенциала обучающихся;
- развитие студенческого олимпиадного движения.

Всего в состав института входит 6 кафедр (математики, общей и неорганической химии, физики, иностранных языков и коммуникативных технологий, социальных наук и технологий, физической культуры и здоровья) и 4 центра (Центр русского языка, Центр языковой подготовки, Учебно-тренировочный спортивный центр и Образовательный центр иностранных языков).

Две кафедры являются выпускающими и активно привлекают обучающихся к научной работе по своему профилю. На кафедре ИЯКТ ведется подготовка бакалавров и магистров по направлению «Лингвистика», на кафедре физики – магистров по направлению «Техническая физика», а также реализуется подготовка аспирантов по направлениям «Химическая технология» и «Физика и астрономия».

#### **Основные научные направления деятельности и важнейшие достижения института**

В поле зрения исследователей ИБО в 2019г. попал широкий круг проблем. Деятельность ученых была направлена на решение фундаментальных проблем в различных областях теоретической и прикладной математики, механики и математической физики, функционального анализа, теории динамических систем, математического моделирования процессов различной природы; физики конденсированного состояния и физико-химических свойств горных пород; химических процессов добычи и переработки минерального сырья, охраны окружающей среды, производства конструкционных, медицинских и строительных материалов. Также исследования ученых были посвящены вопросам интернационализации образования, межкультурной коммуникации и коммуникативных технологий, лингвистики, лингводидактики, преподавания русского языка как иностранного / неродного, адаптации иностранных студентов и интеграции их в российскую образовательную среду; методологии социального и междисциплинарного научного поиска, использования социальных технологий в инженерном образовании; формирования физической культуры личности и реализации ее в социально-профессиональной, физкультурно-спортивной, оздоровительной деятельности и в семье.

**На кафедрах выполнялись научно-исследовательские работы в рамках следующих проектов**

– задания № 1.669.2016/ФПМ и № 1.638.2016/ФПМ на выполнение плана мероприятий по развитию математического образования и финансовой поддержки деятельности федеральных

профессоров в области математики (общим объемом финансирования более 5 млн. руб.) (кафедра математики);

– получен патент РФ №2690078 «Флотационный классификатор» (кафедра общей и неорганической химии);

– получен патент РФ № 2699945 «Способ определения вязкости микроразрушения тонких аморфно-нанокристаллических плёнок» (кафедра физики);

– получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019611166 «Моделирование дефектной структуры в твердом материале MODELING\_DEF\_DES\_MI\_VI» (кафедра физики);

– хоздоговорная научно-исследовательская работа «Разработка метода испытания металла магистральных труб на динамический разрыв в части его металлофизического и материаловедческого сопровождения». Заказчик – Российский федеральный ядерный центр «ВНИИЭФ» (кафедра физики);

– грант РФФИ № 18-00-01485 «Речевые сбои и жестикация: лингвистический аспект» (кафедра ИЯКТ);

– грант «ELC Eastbourne Graham Smith scholarship» на участие в конференции «53rd International IATEFL Conference 2019» (Ливерпуль, Великобритания; 1-5 апреля 2019) (кафедра ИЯКТ);

– грант РФФИ 2018-2020 гг. «Управление функциональным состоянием девочек-подростков в современных условиях обучения средствами направленной физической подготовки» (кафедра ФКиЗ).

**В 2019 г. были организованы и проведены следующие мероприятия**

– VI международная научно-практическая конференция «Английский для специальных/ академических целей и англоязычная среда обучения в контексте интернационализации высшего образования» (кафедра ИЯКТ);

– три Школы повышения квалификации для преподавателей: Teaching Teachers: Re-Designing Teachers' Skillset in the Learner-Driven Environment, Teaching for the 21st Century, Course Design and Professional Development Frameworks in Digital Environments (кафедра ИЯКТ);

– серия лекций, посвященных перспективным двигателям для авиации и космонавтики и созданию радиационно-стойкой электроники (в рамках проекта «Бесконечная наука») (кафедра физики);

– научная сессия «Вклад академика В.В. Ржевского в развитие горной науки и промышленности (к 100-летию со дня рождения)» в рамках XXVII Международного научного симпозиума «Неделя горняка -2019» (кафедра СНИТ);

– конкурс студенческих научных и творческих работ, посвященный 75-летию Победы советского народа в Великой Отечественной войне (2019/2020 гг.) (кафедра СНИТ);

– конкурс электронных образовательных технологий по учебной дисциплине «История» (2019/2020 гг.) (кафедра СНИТ);

– общеуниверситетский проект «МИСиС в театре», включавший в себя организацию массовых походов в московские театры студентов младших курсов; проведение творческого студенческого конкурса эссе; чтение художественно-просветительских лекций об истории театра; проведение социологического опроса студентов 1-2 курсов на тему «Театр и мы» (кафедра СНИТ);

– V межвузовская студенческая олимпиада по русскому языку и культуре речи для студентов технических вузов и межвузовский конкурс «Самый грамотный студент» (ЦРЯ);

– работа научно-методического семинара кафедры под руководством академика РАН В.В. Козлова и профессоров А.А. Давыдова, А.Н. Печеня и К.В. Халкечева (кафедра математики);

– работа учебно-научной лаборатории горно-химических процессов, обеспечивающая подготовку магистров, а также кадров высшей квалификации в области процессов переработки горнохимического сырья с применением современных химических и физико-химических технологий (кафедра общей и неорганической химии);

– серия научно-популярных лекций по химии в рамках Международного года периодической таблицы химических элементов (кафедра общей и неорганической химии).

**Кадровый потенциал ИБО**

Кадровый потенциал института составляют 28 докторов наук и 109 кандидатов наук. В настоящее время готовятся к защите 5 кандидатских и 1 докторская диссертация. На кафедре математики в настоящее время работают 2 федеральных профессора и 2 профессора РАН. На кафедре физики работает Ф.Ф. Комаров – д.ф.-м.н., профессор, чл.-корр. НАН Республики Беларусь, координатор Государственной программы Р.Беларусь «Электроника и фотоника», член координационных советов «Конвергенция» и «Атомная энергетика, ядерные и радиационные технологии».

**Основные научно-технические показатели**

За 2019 г. сотрудниками ИБО было выпущено 5 монографий и 12 учебников и учебно-методических пособий, получено 2 патента на изобретения, свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, опубликовано более 224 научных статей, в том числе в рецензируемых научных журналах, индексируемых Scopus или Web of Science, – 106, журналах списка ВАК – 45, индексируемых РИНЦ – 109, сделаны доклады на 130 научных и научно-практических конференциях.

Д.А. Беляков получил диплом в номинации «Признанный лидер» за издание «Немецкий язык для технических специальностей» (V Всероссийская книжная премия «Золотой фонд» (кафедра ИЯКТ).

Т.В. Завьялова награждена Дипломом за подготовку участников и победителей V Международного интеллектуального конкурса студентов, магистрантов, аспирантов, докторантов «UNIVERSITY STARS-2019», Россия, Москва, 21 декабря 2019 г. (кафедра математики).

В.В. Бокарев, В.Б. Кузнецов, А.Ф. Сытников награждены медалью «300-летие Берг-коллегии» Высшего горного совета РФ (кафедра СНИТ).

З.Р. Гафурова награждена почетной грамотой Центра международных культурных программ «Москва – город мира» за сохранение и развитие национальной театральной культуры (кафедра СНИТ).

**Контактные телефоны и e-mail**

**Подвойская Наталия Леонидовна** – директор ИБО

**Тел.:** 8 (495) 638 46 12

**E-mail:** [ibo@misis.ru](mailto:ibo@misis.ru)

## КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ

**Давыдов Алексей Александрович**  
Заведующий кафедрой,  
доктор физико-математических наук, профессор



Научно-исследовательская деятельность кафедры направлена на решение фундаментальных проблем в различных областях математики, механики и математической физики. Актуальные проблемы функционального анализа, теории динамических систем, математических проблем квантовых технологий, а также различные задачи математического моделирования процессов различной природы находятся в фокусе исследований сотрудников кафедры.

### **Основные направления научно-исследовательской работы кафедры**

1. Качественная теория дифференциальных уравнений и математическая теория управления (Давыдов А.А., д.ф.-м.н., проф., ведущий научный сотрудник).
2. Разработка математических методов для задач квантовых технологий, динамика открытых квантовых систем, лазерное разделение изотопов, квантовая криптография (Печень А.Н., д.ф.-м.н., проф. РАН, ведущий научный сотрудник).
3. Задачи арифметической алгебраической геометрии, взаимосвязь между многомерной теорией аделей, многомерной теорией полей классов, алгебраической K-теорией и теорией представлений дискретных нильпотентных групп (Осипов Д.В., д.ф.-м.н., проф. РАН, проф.).
4. Математическое моделирование свойств плотных газов, жидкостей и плазмы (Воробьев С.В., д.ф.-м.н., проф.) и геомеханических процессов в породных массивах с анализом процессов разрушения и разработкой методов управления селективностью при дроблении и измельчении геоматериалов (Халкечев К.В., д.т.н, д.ф.-м.н., проф.).
5. Разработка стохастических моделей процессов теплопроводности и диффузии, анализ краевых задач для средних значений температуры, концентрации, дисперсии температурного поля и поля концентраций в области переноса. Развитие теории хрупкого разрушения материалов в условиях стационарного тепломассопереноса и выработка критериев такого разрушения (Шевелёв В.В., д.ф.-м.н., проф.).
6. Анализ и оптимизация добычи возобновляемого ресурса для детерминированных или стохастических моделей (Родина Л.И., д.ф.-м.н., проф.).
7. Развитие гармонического анализа и теории аппроксимации функций (Ласурия Р.А., д.ф.-м.н., проф.).
8. Исследования в области квантовой криптографии и развитие теории открытых квантовых систем (Трушечкин А.С. к.ф.-м.н., доц.).
9. Теория случайных матриц, анализ их спектральных свойств при большой размерности, приложения результатов в физике, финансовой математике и эконометрике (Яськов П.А., к.ф.-м.н., доц.).

### **Государственные задания и гранты**

#### ***Наиболее крупные проекты, выполненные в 2019 г.***

На кафедре выполняются работы в рамках следующих проектов:

Задания № 1.669.2016/ФПМ и № 1.638.2016/ФПМ на выполнение плана мероприятий по развитию математического образования и финансовой поддержки деятельности федеральных профессоров в области математики.

#### **Важнейшие научно-технические достижения в 2019 г.**

1. Доказана структурная устойчивость типичного динамического неравенства на сфере. Дан пример применения теории нелокальных нормальных форм уравнений смешанного типа к решению специальной задачи Коши. Для эволюционных процессов с диффузией и логистическим членом реакции доказано существование предельных стационарных устойчивых состоя-

ний при эксплуатации популяции в форме обратной связи. (А.А. Давыдов, д.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник, профессор).

2. Ведущий научный сотрудник А.Н. Печень проводил важную работу в качестве члена Оргкомитета по подготовке Всемирного математического конгресса 2022 года в г. Санкт-Петербурге.

В настоящее время в области квантовых технологий возникает необходимость решения математических задач, связанных с теорией управления квантовыми системами, с изучением необратимой динамики и других явлений.

В 2019 году А.Н. Печенем предложен новый метод анализа поведения энтропии для классических систем с фазовым пространством, имеющим границу. Для динамики в формализме Купмана – фон Неймана, где состояние системы – вектор в гильбертовом пространстве, а её эволюция – операторное уравнение в этом пространстве с генератором, являющимся оператором Купмана, исследована связь между самосопряженными расширениями этого генератора и поведением энтропии.

В области методов управления квантовыми системами проведен обзор результатов по вопросам управляемости замкнутых квантовых систем, свойствам их ландшафтов управления, применению метода Кротова второго порядка для оптимального управления конденсатом Бозе-Эйнштейна. Для задач управления взаимодействующим с резервуаром кубитом выведены уравнения, описывающие эволюцию трехмерного вектора под воздействием когерентного и некогерентного управлений. Предложена трехэтапная схема перевода начальной матрицы плотности в целевую матрицу плотности.

Предложен новый подход к анализу степени сложности задач управления замкнутыми квантовыми системами. Разработан новый метод, позволяющий устанавливать соответствие между задачами управления такими системами и диофантовыми уравнениями. Данный метод применен к доказательству алгоритмической неразрешимости задач управления замкнутыми квантовыми системами (А.Н. Печень).

3. Построены пары Лакса для линейных гамильтоновых систем дифференциальных уравнений. Для вычисления пар Лакса использовались базисы Гребнера. Установлена пуассоновость отображений, возникающих в конструкциях пар Лакса. Исследовались также различные свойства первых интегралов системы, получающихся из этих пар Лакса (Д.В. Осипов, совместно с А.Б. Жегловым).

4. Развита стохастическая модель кинетики образования зародышей новой фазы в однокомпонентной системе. В рамках модели выведено уравнение для унарной функции распределения зародышей по размерам, из которого получены: классическое уравнение для среднего числа зародышей новой фазы и кинетическое уравнение для их начального момента второго порядка, позволяющего рассчитать дисперсию числа зародышей новой фазы (В.В. Шевелев).

5. В задачах оптимизации добычи возобновляемого ресурса для детерминированных или стохастических моделей описаны стратегии, доставляющие наибольшее значение общей стоимости добываемого ресурса или средней временной выгоды (Л.И. Родина).

6. Установлены неравенства типа Джексона в случае приближения функций линейными методами суммирования их рядов Фурье–Лапласа в пространствах функций, заданных на многомерной сфере. Приближаемые классы функций – это классы, определяемые преобразованиями их рядов Фурье–Лапласа с помощью мультипликаторов (Р.А. Ласурия).

7. В области квантовой криптографии аналитически выводится выражение для скорости генерации секретного ключа в протоколе квантового распределения ключей BB84 при однофотонных детекторах с несовпадающими эффективностями. В области исследования открытых квантовых систем, взаимодействующих с резервуаром, приводится вывод формул наблюдаемых резервуара в рамках метода проекционных операторов Цванцига. В качестве примера выводятся уравнения динамики среднего числа квантов (фотонов, фононов) бозонного резервуара в приближении его слабой связи с системой для случая гамильтониана дипольного взаимодействия. А с помощью точной цепочки уравнений для открытой квантовой системы выводятся поправки к уравнению Редфилда, которое выводится в приближении слабой связи системы с резервуаром. В свете развития теории переноса энергии в молекулярных системах: теории Фёр-

стера и модифицированной теории Редфилда, выводятся выражения для недиагональных элементов матрицы плотности в рамках двух. До этого эти теории позволяли рассчитывать только диагональные элементы матрицы плотности. Расчет всей матрицы плотности существенно расширяет область применимости этих теорий. Для уравнения Горини–Коссаковского–Сударшана–Линдблада в предположении слабой связи системы с резервуаром и при невырожденном энергетическом спектре системы доказываются достаточные условия декогеренции (стремления внедиагональных элементов матрицы плотности к нулю при больших временах) и, наоборот, сохранения когерентностей (постоянные или осциллирующие внедиагональные элементы при больших временах). (А.С. Трущечкин.)

8. Завершено доказательство гипотезы Новикова–Валкейлы о расширении неравенств Буркхольдера–Дэвиса–Ганди на случай фрактального броуновского движения с произвольным параметром Харста. Доказательство основано на новом представлении этого движения через семейство марковских процессов, что позволяет в ряде случаев сводить исследование его свойств к исследованию свойств таких процессов. Последнее может играть ключевую роль в анализе практических моделей на основе фрактального броуновского движения (П.А. Яськов).

9. На кафедре работает научно-методический семинар кафедры под руководством академика РАН В.В. Козлова и профессоров А.А. Давыдова, А.Н. Печень и К.В. Халкечева, где обсуждаются последние достижения науки, новые методы и подходы в преподавании математики.

10. Доцент кафедры Т.В. Завьялова награждена Дипломом за подготовку участников и победителей V Международного интеллектуального конкурса студентов, магистрантов, аспирантов, докторантов «UNIVERSITY STARS-2019», Россия, Москва, 21 декабря 2019 г. Студентка, подготовленная Т.В. Завьяловой, заняла первое место в номинации «Исследовательский проект».

#### **Кадровый потенциал кафедры**

составляют 2 ведущих научных сотрудника, 8 профессоров, 22 доцента, 15 старших преподавателей, 2 ассистента, 3 инженера (из них 2 кандидата наук). В том числе, докторов наук – 10, кандидатов наук – 23, а также 2 федеральных профессора и 2 профессора РАН.

#### **Основные публикации сотрудников кафедры за 2019 год**

1. А.А. Давыдов, Ю.А. Кастэн, «О структурной устойчивости сетей характеристик и задачи Коши для уравнения типа Трикоми–Чибрарио», Оптимальное управление и дифференциальные уравнения, Сборник статей. К 110-летию со дня рождения академика Льва Семеновича Понтрягина, Труды МИАН, 2019, Т. 304, 159–166.

2. М.К. Bockhov, A.S. Trushechkin, «Security of quantum key distribution with detection-efficiency mismatch in the single-photon case: Tight bounds», Physical Review A, 99:3 (2019), 32308.

3. P.A. Yaskov, «A maximal inequality for fractional Brownian motions», Journal of Mathematical Analysis and Applications, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022247X1830859X?via%3Dihub>.

4. А.Б. Жеглов, Д.В. Осипов, «Пары Лакса для линейных гамильтоновых систем», Сибирский математический журнал, 2019, том 60, № 4, стр. 760-776.

5. Gerard McCaul, Alexander Pechen, Denys I. Bondar, «Entropy nonconservation and boundary conditions for Hamiltonian dynamical systems», Phys. Rev. E, 2019, 99, 062121. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.99.062121>

6. О.В. Моржин, А.Н. Печень, «Метод Кротова в задачах оптимального управления замкнутыми квантовыми системами», Успехи математических наук, 2019, 74:5(449), 83–144.

7. Oleg V. Morzhin, Alexander N. Pechen, «Minimal Time Generation of Density Matrices for a Two-Level Quantum System Driven by Coherent and Incoherent Controls», Internat. J. Theoret. Phys., 2019, online, <https://doi.org/10.1007/s10773-019-04149-w>

8. O.V. Morzhin, A.N. Pechen, «Maximization of the Overlap between Density Matrices for a Two-Level Open Quantum System Driven by Coherent and Incoherent Controls», Lobachevskii Journal of Mathematics, 2019, 40:10, 1532–1548.

9. V. S. Vorobev, V. F. Ochkov, V. A. Rykov, S. V. Rykov, E. E. Ustyuzhanin, V. A. Pokholchenko, «Development of combined scaling models for liquid and gas densities at the saturation line: Structures and numerical data for SF6», IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series, 1147 (2019) 012016.

10. S.I. Valyanskii, I.S. Nedosekina, «Broadband Modulator Converting Infrared Radiation to Visible Light Based on Resonant Excitation of Surface Waves», Bulletin of the Lebedev Physics Institute, 2019, Volume 46, pp 256–258.

11. Alexey Davydov, Yulia Skinder, «On structural stability of dynamic inequalities», AIP Conference Proceedings 2172, Proceedings of the 45th International Conference on Application of Mathematics in Engineering and Economics (AMEE'19), 2019, V. 2172, 030017, 1-5, <https://doi.org/10.1063/1.5133506>

12. А.В. Егорова, Л.И. Родина, «Об оптимальной добыче возобновляемого ресурса из структурированной популяции», Вестник Удмуртского университета, Математика, Механика, Компьютерные науки, Т. 29, Вып.4, С. 501-517.

13. A.S. Trushechkin, «Higher-order Corrections to the Redfield Equation with Respect to the System-bath Coupling Based on the Hierarchical Equations of Motion», Lobachevskii J. Math., 2019, V.40, N.10, P. 1606–1618.

14. A.S. Trushechkin, «Decoherence and Coherence Preservation in the Solutions of the GKSL Equation in the Theory of Open Quantum Systems», Math. Notes, 2019, 106:6, 986–993.

15. A.S. Trushechkin, «Calculation of coherences in Förster and modified Redfield theories of excitation energy transfer», J. Chem. Phys., 2019, 151:7, 074101, <https://doi.org/10.1063/1.5100967>

16. А.С. Трушечкин, «Динамика наблюдаемых резервуара в рамках метода проекционных операторов Цванцига теории открытых квантовых систем», Труды МИАН, 2019, Т. 306, С. 273–286, <https://doi.org/10.1134/S0081543819050213>

#### **Основные научно - технические показатели**

Количество публикаций: статей – 26, в том числе: в российских научных журналах из списка ВАК – 22, в научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science – 16, Scopus – 19, РИНЦ – 22; в 2019 году сотрудники кафедры приняли участие в 20 научных конференциях.

#### **Контакты**

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

**Тел.:** +7 (499) 230-70-28

**E-mail:** [davydov.aa@misis.ru](mailto:davydov.aa@misis.ru)

## КАФЕДРА ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

**Пестряк Ирина Васильевна**

И.о. заведующего кафедрой,  
кандидат технических наук



### **Общая информация**

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

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

### **Основные научные направления деятельности кафедры**

- Разработка химических и физико-химических процессов и технологий извлечения редких и редкоземельных элементов из природного и техногенного сырья.
- Создание модифицированных композиционных материалов на основе углеродных композитов для суперконденсаторов.
- Разработка способов и средств оперативного контроля качества и оптимизации обогащательных процессов.
- Разработка процессов и аппаратов для гидрохимической переработки руд и отходов обогащательного и металлургического производства, минерализованных природных вод.
- Разработка технологий для рециклинга стоков горно-обогатительного и нефтеперерабатывающего производства.

### **Кадровый потенциал подразделения**

На кафедре ОиНХ работают 2 доктора технических наук, 7 кандидатов химических наук, 5 кандидатов технических наук.

### **Основные научно-технические показатели 2019 года**

В рамках кафедры работает учебно-научной лаборатория горно-химических процессов, предназначенная для выполнения научно-исследовательских работ студентами и аспирантами. Для оснащения лаборатории оборудованием привлечены средства и оборудование АО МХК «ЕвроХим» и Института обогащения твердых топлив. Оборудование лаборатории позволяет проводить исследования по направлениям:

- исследование руд и продуктов переработки;
- очистка и анализ водных сред (реагентов и стоков);
- рудоподготовка;
- обогащение и переработка руд и отходов;
- сорбция и экстракция, электроэкстракция.

Создание специализированной учебно-научной лаборатории горно-химических процессов в рамках кафедры общей и неорганической химии обеспечило для базу подготовки магистров, а также для подготовки кадров высшей квалификации в области процессов переработки горнохимического сырья с применением современных химических и физико-химических технологий.

На кафедре ОиНХ непрерывно ведется работа по подготовке кадров высшей квалификации. В 2019 г. обучался один очный аспирант. На кафедре подготовлены и в диссертационном совете защищены две кандидатские диссертации иностранными аспирантами и соискателями

(руководитель – проф. Морозов В.В.). На кафедре проходил научную стажировку один зарубежный ученый.

Защищен один патент на изобретение РФ.

Публикационная активность преподавателей и сотрудников кафедры проявилась в журнальных статьях в представительных изданиях и участии в научных конференциях. В 2019 г. преподавателями и сотрудниками кафедры было опубликовано: 22 научные статьи, в т.ч.: Scopus и WoS – 19, в российских журналах из списка ВАК – 3.

Сотрудники кафедры принимали участие в 9 научных и научно-практических конференциях, из них в России – 8. На этих форумах было представлено 34 доклада. Опубликовано 30 тезисов, 24 из которых представлены в базе РИНЦ.

#### Публикации и доклады

##### WoS, Scopus

1. Pestiak I., Morozov V. Erdenetuya O. Modelling and development of recycled water conditioning of copper-molybdenum ores processing // International Journal of Mining Science and Technology. – 2019. – Т. 29. – Pp. 313-317. (Скопус, Q1)

2. Pestroyak I. V., Morozov V. V., Tumen-Ayush Batmunkh, Erdenetuya Ochir. Analysis of the reasons for molybdenite losses and improvement of recirculating water conditioning regimes in the process of copper-molybdenum ore flotation // Non-ferrous Metals. - 2019. - №2. - Pp. 9-16. (Скопус, Q2).

3. Dvoichenkova G., Chanturiya V., Morozov V., Y. Podkamenny, O. Kovalchuk Analysis of Distribution of Secondary Minerals and their Associations on The Surface of Diamonds and in Derivative Products of Metasomatically Altered Kimberlites // Journal of the Polish Mineral Engineering Society, 2019, 1(43). - Pp. 43-46. (Скопус, Q3)

4. Chanturiya, V., Dvoichenkova, G., Morozov, V., Podkamenny, Y., Kovalchuk, O. The Mechanism of Formation of Finely Dispersed Minerals on the Surface of Diamonds and the Application of Electrolysis Products of Water Systems for their Destruction // Journal of the Polish Mineral Engineering Society, 2019, 1(43). - Pp. 53-57. (Скопус, Q3).

5. Izmet'ev. A. N., Kim N. A., Karnoukhova V. A., Kolotyorkina N. G., Kravchenko A. N., Gazieva G. A. Cascade of Michael Addition/Retro-Michael Reaction/Skeletal Rearrangement in the Synthesis of Arylmethylidene Derivatives of Imidazothiazolotriazines // Chemistry Select. – 2019. – V. 4. – №. 35. – P. 10483–10487. DOI:10.1002/slct.201902461. (Скопус?).

6. Izmet'ev. A. N., Vasileva D. A., Melnikova E. K., Kolotyorkina N. G., Borisova I. A., Kravchenko A. N., Gazieva G. A. Skeletal rearrangement of arylmethylideneimidazo[4,5-e]thiazolo[3,2-b]-1,2,4-triazine-2,7-diones in the synthesis of the corresponding imidazo[4,5-e]thiazolo[2,3-c]-1,2,4-triazine-2,8-diones // New J. Chem. – 2019. – V. 43. – №. 2. – P. 1038–1052. (Скопус?).

7. I. A. Kirilenko, G. P. Panasyuk, L. A. Azarova, L. I. Demina, I. V. Kozerozhets, and M. G. Vasil'ev  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 8(CH_3)_2SO \cdot 3H_2O$  Glass as a Precursor for the Synthesis of Crystalline  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 8(CH_3)_2SO$  // Russian Journal of Inorganic Chemistry, 2019, Vol. 64, No. 7, pp. 941–945. 10.1134/S0036023619070106. (Скопус, WoS, ВАК, Q4).

8. G. P. Panasyuk, I. V. Kozerozhets, E. A. Semenov, M. N. Danchevskaya, L. A. Azarova, and V. N. Belan Thermodynamics and Kinetics of  $Al_2O_3$  and  $AlOOH$  Transformations under Hydrothermal Conditions // Inorganic Materials 2019, Vol. 55, No. 9, pp. 920–928. 10.1134/S0020168519090127. (Скопус, WoS, ВАК Q4).

9. G. P. Panasyuk, I. V. Kozerozhets, E. A. Semenov, M. N. Danchevskaya,

10. L. A. Azarova, and V. N. Belan Mechanism of Phase Transformations of  $Al_2O_3$  and  $Al(OH)_3$  into Boehmite ( $AlOOH$ ) during Hydrothermal Treatment Inorganic Materials 2019, Vol. 55, No. 9, pp. 929–933 10.1134/S0020168519090139. (Скопус, WoS, ВАК, Q4).

11. G. P. Panasyuk, E. A. Semenov, I. V. Kozerozhets, M. N. Danchevskaya, E. S. Lukin, V. N. Belan, I. L. Voroshilov, L. A. Azarova, A. D. Izotov Production of High-Flexural-Strength Corundum Ceramics Doklady Chemistry 2019, Vol. 485, Part 2, pp. 116–118. 10.1134/S0012500819040049. (Скопус, WoS, ВАК, Q4).

12. G. P. Panasyuk, I. V. Kozerozhets, M. N. Danchevskaya, Yu. D. Ivakin, G. P. Murav'eva, A. D. Izotov A New Method for Synthesis of Fine Crystalline Magnesium Aluminate Spinel Doklady Chemistry, 2019, Vol. 487, Part 2, pp. 218–220. 10.1134/S0012500819080019. (Скопус, WoS, ВАК Q4).

13. E. A. Malinina, L. V. Goeva, G. A. Buzanov, V. V. Avdeeva, N. N. Efimov, I. V. Kozerozhets, N. T. Kuznetsov Synthesis and Physicochemical Properties of Binary Cobalt(II) Borides. Thermal Reduction of Precursor Complexes [CoLn][B<sub>10</sub>H<sub>10</sub>] (L = H<sub>2</sub>O, n = 6; N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, n = 3) // Russian Journal of Inorganic Chemistry, 2019, Vol. 64, No. 11, pp. 1325–1334. 10.1134/S0036023619110123. (Скопус, WoC Q4).

14. E. A. Malinina, V. K. Skachkova, I. V. Kozerozhets, V. V. Avdeeva, L. V. Goeva, G. A. Buzanov, A. Yu. Shaulov, A. A. Berlin, N. T. Kuznetsov Formation of Nanoscale Sodium Dodecahydro-closo-Dodecaborate Na<sub>2</sub>[B<sub>12</sub>H<sub>12</sub>] on the Surface of a Silicate Matrix // Doklady Chemistry 2019, Vol. 484, Part 1, pp. 1–4. 10.1134/S0012500819010026. (Скопус, WoC, Q4).

15. Rodionov AN, Snegur LV, Dobryakova YV, Ilyin Jr MM, Markevich VA, Simenel AA. Administration of ferrocene-modified amino acids induces changes in synaptic transmission in the CA1 area of the hippocampus. Appl. Organometal. Chem. 2019 e5276. <https://doi.org/10.1002/aoc.5276> (Скопус, WoC, Q1)

16. Чантурия В.А., Двойченкова Г.П., Морозов В.В., Яковлев В.Н., Ковальчук О.Е., Подкаменный Ю.А. Экспериментальное обоснование состава люминофорсодержащих композиций для извлечения нелюминесцирующих алмазов // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2019. № 1. С. 128-136. (ВАК, WoC, Скопус)

17. Эрдэнэзуул Жаргалсайхан, Морозов В.В. Оптимизация реагентных режимов флотации медно-молибденовых руд с применением экономико-ориентированных критериев // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). -2019. - №3. - С.210-220. (ВАК, Скопус, Q4).

18. Пестряк И.В., Морозов В.В. Моделирование и исследование влияния ионов кальция на флотированность молибденита // Обогащение руд. – 2019. – № 3. – С.22-29. (ВАК, Скопус, Q2).

19. Морозов В.В., Бармин И.С., Туголуков А.В., Поливанская В.В. Повышение эффективности флотации фосфатных руд на основе регулирования агрегативной устойчивости шламов // Горный журнал, 2019, №1. С.56-61. (ВАК, Скопус, Q3).

#### **Другие (ВАК)**

1. Соколова Ю.В., Белкина И.С., Свиридова Т.А. Исследование характеристик отработанного промышленного катализатора Со-Мо/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> глубокой гидроочистки дизельного топлива // Катализ в промышленности. 2019; №19(5). С. 375-381. <https://doi.org/10.18412/1816-0387-2019-5-375-381>(ВАК)

2. Хурлчулуун Ишген, Морозов В.В. Применение визиометрического анализа гранулометрического состава руды для автоматизированного управления процессом дробления // Руды и металлы. 2019, - №1. - С. 67-73. (ВАК).

3. Сименел А. А., Дяченко В. И., Игумнов С. М., Синтез и противоопухолевая активность 1-(1,1,1,3,3,3-гексафтор-2-ферроценилпроп-2-ил)-1H-имидазола // Fluorine notes (Фторные заметки). – 2019. – Т. 125, № 4. – С. 3–4. DOI: 10.17677/fn20714807.2019.04.02 (ВАК)

#### **Патенты**

1. Морозов Ю.П., Бекчурина Е.А., Морозов В.В., Интогарова Т.И., Валиева О.С. Флотационный классификатор. Патент РФ №2690078, Опубл.30.05.2019. БИ №16.

#### **Заруб., не скопус**

1. Morozov V., Morozov Y., Ganbaatar Z., Delgerbat L. Optimization of the optical methods of ore grade analysis at mineral processing // Insights Min Sci technol. 2019; 1(2). Pp 47-49/. DOI: 10.19080/IMST.2019.01.555560.

#### **Труды конференций:**

##### **Скопус**

1. Barmin I.S. Tugolukov A.V., Morozov V.V., Polivanskaya V.V. Analysis of the causes of apatite losses in the flotation of ores and technogenic products // Conference Paper 29th International Mineral Processing Congress, IMPC 2018; Moscow, Pp. 2486-2496. (Скопус)

2. Morozov V.V., Zorigt G., Lodoy D., Morozov, Y.P. Modern method and systems of optical ore grade analysis by processing of copper-molybdenum ores // Conference Paper IMPC 2018 - 29th International Mineral Processing Congress. - Pp. 52-60. (Скопус).

#### **РИНЦ**

1. Morozov V., Morozov Y., Ganbaatar Z., Delgerbat L. Optimization of the Optical Methods of Ore Grade Analysis at Mineral Processing // Insights Min Sci technol. 2019; 1(2): 555560. DOI: 10.19080/IMST.2019.01.555560
2. Irina Pestriak, Valery V. Morozov, Galina P. Dvoychenkova, Erdenetuya Otchir. Investigation and development of recycled water conditioning by the Enrichment of copper-molybdenum ores // Proceedings of XIII international Mineral processing and recycling conference, University of Belgrade, 2019. Pp. 77-84.
3. Valery V. Morozov, Ganbaatar Zorigt, Delgerbat Lodoy, Y. P. Morozov. Improvement of optical methods analysis of ore grade at optimization of mineral processing processes // Proceedings of XIII international Mineral processing and recycling conference, University of Belgrade, 2019. Pp.111- 116.
4. Erdenezul Jargalsaikhan, Valery Morozov. Optimization of flotation and grinding processes using model- based criteria // Proceedings of XIII international Mineral processing and recycling conference, University of Belgrade, 2019. 197 - 202.
5. Эрдэнэзул Жаргалсайхан, Тумэн-Аюуш Батмунх, Морозов В.В. Совершенствование реагентного режима молибденовой флотации с применением критерия оптимизации – функции приведенных потерь // труды XXIV Международной научно-технической конференции «Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья», Екатеринбург, 2019. – С. 31-34.
6. Пестряк И.В., Морозов В.В. Обоснование технологически предельных концентраций ионов в оборотных водах // труды XXIV Международной научно-технической конференции «Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья» / Материалы XXIX Международн. науч.-техн. конф. Екатеринбург – 2019. – С. 52-56.
7. Поливанская В.В., Морозов В.В. Применение ИК-спектрофотометрии для анализа процессов дефлокуляции сгущенных шламовых классов апатитсодержащих руд // Материалы XXIX Международн. науч.-техн. конф. Екатеринбург – 2019. – С. 385-388.
8. Эрдэнэзул Жаргалсайхан, Тумэн-Аюуш Батмунх, Морозов В.В. Оптимизация обогащения медно-молибденовых руд с использованием комплексной системы технологических и экономических критериев // Сборник материалов XII Конгресса обогатителей стран СНГ. Москва.- 2019. – С. 107-110.
9. Двойченкова Г.П., Тимофеев А.С., Морозов В.В., Попадьян Е.Г. Экспериментальные исследования свойств азотированного ферросилиция с различным содержанием компонентов // Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья / Материалы XXIX Международн. науч.-техн. конф. Екатеринбург – 2019. – С. 453-456.
10. Хурэлчулуун Ишген. Повышение эффективности рудоподготовки на основе визиометрического анализа гранулометрического состава дробленной руды // Сборник материалов XII Конгресса обогатителей стран СНГ. 2019. – С. 103-106.
11. Пестряк И.В. Разработка малореагентных режимов кондиционирования оборотных вод ГОКа «Эрдэнэт» // Сборник материалов XII Конгресса обогатителей стран СНГ. 2019. – С.59-52.
12. Поливанская В.В., Морозов В.В., Бармин И.С. Уменьшение потерь тонких классов апатита при флотации руд и техногенных продуктов // Сборник материалов XII Конгресса обогатителей стран СНГ. 2019. – С.53-56.
13. Махрачев А.Ф., Лезова С.П., Двойченкова Г.П. Исследование комбинированных собирателей для пенной сепарации алмазосодержащих кимберлитов // Сборник материалов XII Конгресса обогатителей стран СНГ. 2019. – С.253-256.
14. Пестряк И.В., Морозов В.В., Эрдэнэтуя Очир. Разработка и оптимизация замкнутых циклов водооборота в условиях расширения ресурсной базы источников водоснабжения // Международная конференция «Плаксинские чтения – 2019», Иркутск. - С. 396-399.
15. Хурэлчулуун И., Морозов В.В., Круглов В.Н. Применение визиометрического анализа руды для автоматизированного управления процессом дробления // Международная конференция «Плаксинские чтения – 2019», Иркутск. - С. 92-95.
16. Морозов В.В., Морозов Ю.П. Дэлгэрбат Лодой. Управление процессами измельчения и коллективной флотации с использованием визиометрического анализа качества руды // II Меж-

дународная научно-практическая конференция «Наука и инновационные разработки – Северу», Мирный, 2019. - С. 235-237

17. Хурэлчулуун И., Морозов В.В., Круглов В.Н. Применение визиометрического анализа руды для автоматизированного управления процессом дробления // материалы II Международной научно-практической конференции «Наука и инновационные разработки – Северу», Мирный, 2019. - С. 265-267.

18. Бармин И.С., Морозов В.В., Поливанская В.В. Повышение извлечения фосфатных минералов из тонких классов апатитсодержащих руд и техногенных продуктов // Материалы Международной научно-практической конференции «Современные тенденции в области теории и практики добычи и переработки минерального и техногенного сырья», 2019, Екатеринбург. – С.175-179.

19. Морозов В.В., Морозов Ю.П., Дэлгэрбат Лодой. Применение планшетного анализатора сортности руды при автоматизированном управлении режимом флотации // Материалы Международной научно-практической конференции «Современные тенденции в области теории и практики добычи и переработки минерального и техногенного сырья», 2019, Екатеринбург. – С.282-286.

20. Белкина И. С., Соколова Ю.В. Спекание отработанного катализатора глубокой гидроочистки дизельного топлива  $Mo-Co/Al_2O_3$  с кальцийсодержащими добавками // Сб. материалов VII конгресса обогатителей. – М., ИТЕП. 2019. С. 316 – 318.

21. Соколова Ю.В., Белкина И.С. Обжиг отработанных катализаторов  $Co-Mo/Al_2O_3$  гидроочистки в воздушной атмосфере в присутствии добавок // Мат. конф. IV Всерос. науч. симпозиума «Актуальные проблемы теории и практики гетерогенных катализаторов и адсорбентов». 1 – 3 июля 2019. Иваново-Суздаль: ФГБОУ ВО Иван. гос. хим.-технол. ун-т. Иваново. 2019. С. 390 – 392.

22. Соколова Ю.В., Рахимжонов З.Б., Богатырева Е.В., Белкина И.С. Исследование взаимодействия молибдата кальция с растворами карбоната натрия / Тез. XXI Менделеевского съезда по общей и прикл. химии. Сент. 2019. Т. 3. С. 122.

23. Соколова Ю.В. Извлечение скандия из отходов производства лигатуры  $Al - Sc 2\%$  / Тез. XXI Менделеевского съезда по общей и прикл. химии. Сент. 2019. Т. 3. С. 96.

24. Грачек В.И., Поликарпов А.П., Соколова Ю.В., Исакович О.И. Азотфосфорсодержащие иониты для сорбции скандия / Тез. XXI Менделеевского съезда по общей и прикл. химии. Сент. 2019. Т. 2. С. 191.

25. Соколова Ю.В. Экстракционное концентрирование скандия при переработке минерального сырья // Сб. матер. Межд. Науч.-техн. конф. «Решение экологических и технологических проблем горных производств на территории России, ближнего и дальнего зарубежья», 21-22 марта 2019. Москва. АО «ВНИПИ протехнологии». С. 290-297. ISBN 978-5-9908229-5-5.

26. Тер-Акопян М.Н., Соколова Ю.В. Преподавание химии в вузе с использованием электронной образовательной среды / Высшая школа. Проблемы и перспективы // Сб. материалов 14 Межд. науч.-метод. конф. Минск. 29 ноября 2019. С. 255-257.

27. Соколова Ю.В., Тер-Акопян М.Н. Отработанные катализаторы гидроочистки: характеристики и получение соединений редких элементов // Сб. материалов Научно-практич. конф. Минерально-сырьевая база металлов высоких технологий. Освоение, воспроизводство, использование. 11-12 ноября 2019 г. 7 стр.

28. Тер-Акопян М.Н. Оценка эффективности использования студентами электронного курса химии в системе смешанного обучения canvas / Тез. докладов XXI Менделеевского съезда по общей и прикладной химии 9-13 сент.2019, Санкт-Петербург. т.4, секц.8, С.464. Санкт-Петербург -2019.

29. Тер-Акопян М.Н. Формирование у детей раннего интереса к химии в процессе занятий кружка для младших школьников в вузе / Тез. докладов XXI Менделеевского съезда по общей и прикладной химии 9-13 сент.2019, Санкт-Петербург. т.4, секц.8, С.465. Санкт-Петербург -2019.

#### Устные доклады

1. А.Н. Измestьев, Г.А. Газиева «Трансформация триазинового цикла в реакциях имидазотиазолотриазина с ароматическими альдегидами», Материалы Зимней школы-конференции

молодых ученых по органической химии WSOC-2019 Марковниковские чтения. Органическая химия: от Марковникова до наших дней. Красновидово, 18–21 января 2019, 49.

2. Эрдэнэзул Жаргалсайхан, Тумэн-Аюуш Батмунх, Морозов В.В. Оптимизация обогащения медно-молибденовых руд с использованием комплексной системы технологических и экономических критериев // Научный симпозиум «Неделя Горняка – 2019».

3. Пестряк И.В. Разработка малореагентных режимов кондиционирования оборотных вод ГОКа «Эрдэнэт» // Научный симпозиум «Неделя Горняка – 2019».

4. Морозов В.В., Лезова С.П. исследование механизма взаимодействия аполярных собирателей с молибденитом // Научный симпозиум «Неделя Горняка – 2019».

5. Бармин И.С., Морозов В.В., Поливанская В.В. Повышение извлечения шламовых классов фосфатных минералов при флотации апатит-штаффелитовых руд // Научный симпозиум «Неделя Горняка – 2019».

6. Хурэлчулуун Ишген, Круглов В.Н., Морозов В.В. Повышение эффективности рудоподготовки на основе онлайн-контроля гранулометрического состава дробленой руды // Научный симпозиум «Неделя Горняка – 2019».

### **Контакты**

**Пестряк Ирина Васильевна** – и.о. заведующего кафедрой, канд. техн. наук

**Адрес:** Крымский вал, 3. Москва, 119049, РФ

**Тел.:** +7(495) 638-44-50; +7 (495) 638-46-24

**Е-mail:** inorgchem@misis.ru

## КАФЕДРА СОЦИАЛЬНЫХ НАУК И ТЕХНОЛОГИЙ

**Урсул Татьяна Альбертовна**

Заведующий кафедрой, доктор философских наук, профессор,  
почётный работник высшего профессионального образования РФ



Научно-исследовательская деятельность кафедры направлена на решение как фундаментальных проблем методологии социального и междисциплинарного научного поиска, так и прикладных вопросов использования социальных технологий в инженерном образовании. Цель научного коллектива кафедры – интегрировать новейшие социальные знания и технологии с различными дисциплинами инженерного цикла и одновременно – создавать специальные научные направления, развивающие мышление студентов, их креативность и навыки социальной коммуникации, позволяющие им освоить современные подходы повышения эффективности и оптимизации персональной деятельности.

### **Основные направления научных работ кафедры**

- История философии (Античность, Средние века, Новое время, Новейшее время);
- Философия экзистенциализма;
- История и философия мировой и отечественной культуры, искусства (от древности до наших дней);
- История и философия науки и техники;
- Философские вопросы естествознания;
- Философские проблемы социально-гуманитарных наук;
- Русская философия (Ф. М. Достоевский, Л. Н. Толстой, К. Э. Циолковский, Л. Н. Андреев, К. Д. Кавелин);
- История и философия религии;
- Персональная эффективность и тайм-менеджмент;
- Педагогика и психология;
- Социология;
- История горного дела;
- Горное право;
- Антропобиология языка и культуры;
- Прагматическая деконструкция транскультурализма;
- Исследование организации и деятельности Берг-коллегии в XVIII в.;
- Исследование научно-педагогической и административной деятельности академика В. В. Ржевского;
- Исследование российского шахтерского движения в современную эпоху;
- Анализ современной историографии Великой Отечественной войны и проблемы патриотизма в современном российском обществе;
- Историко-культурологический анализ феноменов «Битлз», бардовской песни, национальных парков в эпоху информационной глобализации;
- Методологические проблемы устойчивого горного развития и становления космического майнинга;
- Проблемы глобального развития и становления глобального мира.

### **Кадровый потенциал кафедры**

На кафедре в 2019 г. работали 2 профессора; 16 доцентов; 3 старших преподавателя; 1 ассистент, 2 инженера 1-ой категории. Из них: 2 доктора философских наук, 6 кандидатов философских наук, 5 кандидатов исторических наук, 1 кандидат психологических наук, 1 кандидат юридических наук, 1 кандидат политических наук, 1 кандидат технических наук.

Всего на кафедре работают 24 человека, из них 23 человека – ППС, процент острепенённости составляет 74 %, средний возраст – 49 лет.

Количество сотрудников, прошедших курсы повышения квалификации – 21 человек.

**Проекты, выполненные кафедрой в 2019 г.**

– Научная сессия «Вклад академика В. В. Ржевского в развитие горной науки и промышленности (к 100-летию со дня рождения) в рамках XXVII Международного научного симпозиума «НЕДЕЛЯ ГОРНЯКА–2019»;

– Конкурс студенческих научных и творческих работ, посвященный 75-летию Победы советского народа в Великой Отечественной войне 2019 / 2020 гг.;

– Конкурс электронных образовательных технологий по учебной дисциплине «История». 2019 / 2020 гг. Более 70-ти исследовательских проектов в этом проекте, в котором участвовало более 250 студентов;

– Подготовлен и осуществлен общеуниверситетский проект «МИСиС в театре», включавший в себя: организацию массовых походов в московские театры студентов младших курсов (на бесплатной или льготной основе); проведение студенческого конкурса театральных эссе; чтение художественно-просветительских лекций об истории театра; проведение социологического опроса студентов 1–2 курсов на тему «Театр и мы».

Преподаватели кафедры вели научно-просветительскую деятельность:

Профессор, д. филос. н. Т. А. Урсул – действительный член Международной Академии ноосферы (устойчивого развития), действительный член Российской академии космонавтики им. К. Э. Циолковского, действительный член Российской экологической академии и Международной академии глобальных исследований. Является также членом новой научной школы при Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова по междисциплинарному изучению глобальных проблем, процессов и систем, развитию нового интегративного научного направления – глобалистики;

Профессор, д. филос. н. П. В. Чельшев – действительный член Российской академии естествознания; член Российского философского общества; An active member of International Academy of Natural History; Member of Scientific consulting groups European Academy of Natural History.

**Важнейшие научно-технические достижения кафедры в 2019 г.**

– Показано, что становление безопасного глобального мира невозможно без реализации стратегии устойчивого развития;

– Выявлено новое направления в эволюции майнинга – космическое направление, оценены перспективы его развития;

– Детально изучена философская утопия идеального общества и насилия в трудах К. Э. Циолковского;

– Проанализировано историческое явление наемничества, не только оставившее глубокий след в культурной традиции Европы, но и органично вошедшее в массовую культуру XX в.;

– Показаны возможности политической идеологии для реконструкции прошлого;

– На основе текстологического анализа произведений Платона в историко-философском ключе рассмотрен вопрос об идеальных и «ложных философах», их природе, функциях и положении в государстве;

– Раскрыта мировоззренческая и методологическая роль философии в современном глобальном мире;

– На основе междисциплинарного подхода исследованы основные направления деятельности научной школы академика В. В. Ржевского, показан его вклад в развитие горной промышленности и горного образования;

– Обобщен исторический опыт и раскрыта эволюция идеологии, форм и средств деятельности российского шахтерского движения в конце XX–начале XXI вв.;

– Проведен историографический анализ издания коллаборационистской печати, румынской оккупации советской территории, развития эмигрантской науки в Чехии и холокоста в годы Второй мировой войны;

– Рассмотрен вопрос о добыче и использовании золота в России и СССР в годы гражданской войны и интервенции, в годы Великой Отечественной войны и в послевоенный период;

– На основе песенного дискурса на примере кавер-версий исследовано влияние социокультурного феномена «Битлз» на творчество и мировоззрение Карела Готта;

– Рассмотрен вопрос о влиянии философии ницшеанства на кинопроизведения Али Хамраева в жанре «истерн»;

– Проведен деконструктивно-герменевтический анализ концептуальных отношений художественной поэтики феноменологического романа (Дюрас, Перек) и трансцендентальной философии;

– На основе фундаментального обзора социальных теорий гендера выявлены актуальные подходы к решению проблем социального пола;

– Представлены сложности и неопределенности концепций биоцентризма и конструктивизма в контексте изменений человеческого бытия в эпоху постмодерна и антропоцена.

#### **Основные научные публикации сотрудников кафедры за 2019 г.**

##### ***Монографические издания***

1. Урсул А. Д., Урсул Т. А. Становление глобального мира. Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2019. 205 с.

2. Добронравов С. В., Торбург М. Р. Идеиные основания китайского идеала управления (Глава в монографии) // Идеал управления в традиционной культуре России и Китая. М.: Изд-во ГГУ, 2019. С. 137–157.

##### ***Учебники и учебные пособия***

1. Чельшев П. В. Хрестоматия по философии. Онтология. (От Античности до Нового времени). Учебное пособие электронный ресурс. М.: Изд. дом НИТУ МИСиС, 2019. 144 с.

2. Чельшев П. В. Хрестоматия по философии. Гносеология. Учебное пособие электронный ресурс. М.: Изд. дом НИТУ МИСиС, 2019. 164 с.

3. Кузнецов В. Б. Учись легко! История России в вопросах и ответах (с древнейших времен до конца 17 в.). М.: Изд. дом НИТУ МИСиС. 2019. 75 с.

4. Сытников А. Ф. Государство – основной элемент политической системы. М.: Изд. дом НИТУ МИСиС. 2019. 72 с.

5. Добронравов С. В., Торбург М. Р. Философия: теория, история и кино. Учебник для бакалавров. М.: Ruscience, 2019. 119 с.

##### ***Статьи в журналах из перечня баз Web of Science и Scopus***

1. Ursul A., Ursul T. From planetary to space mining: prospects for sustainable development // MATEC Web of Conferences. 2019. Vol. 265, 06015.oi.org/10.1051/mateconf/201926506015 GCCETS 2018 (Web of Science).

2. Chelyshev P. V. The image of the ideal person or Plato on the nature, place and the tragic fate of philosophers in the «Republic» // Agathos: an International Review of the Humanities and Social Sciences. Romania: Alexandru Ioan Cuza University Press, 2019. Volume 10, Issue 1 (19): 7–15. (Web of Science).

3. Chelyshev P. V. The nature of creativity: freedom and moral responsibility of man in creative activity // Agathos: an International Review of the Humanities and Social Sciences. Romania: Alexandru Ioan Cuza University Press, 2019. Volume 10, Issue 2 (19): 65–76. (Web of Science).

4. Чельшев П. В., Котенева А. В. Личностные факторы жизнеспособности студентов-горняков // Горный журнал. № 11 (2268), 2019. С. 87–92. (Scopus).

5. Naumenko O. A., Timofeeva I. Yu., Lavrova E. V. The problems in the process of modeling of water use systems // Indian Journal of Science and Technology. India, Volume 12, Issue 11, March 2019 // <http://www.indjst.org/index.php/indjst/article/view/131212> (Web of Science).

##### ***Статьи в журналах из перечня ВАК***

1. Максименко Е. П. Обложка для Президента России // Наука. Общество. Оборона. 2019. № 1 (18) // URL: <https://www.noo-journal.ru/nauka-obshestvo-oborona/2019-1-18/article-0177/>.

2. Максименко Е. П. Важная победа: к истории чемпионата мира по футболу 2018 года в России // Наука. Общество. Оборона. 2019. № 4 (21) // URL: <https://www.noo-journal.ru/nauka-obshestvo-oborona/2019-4-21/article-0212/>.

3. Урсул А. Д., Урсул Т. А. Перспективы становления устойчивого глобального мира // Социально-гуманитарные знания. 2019. №1. С. 141–152.

4. Песьяков С. А. Наемничество как игра: феномен популярности «солдат удачи» в массовой культуре // Ярославский педагогический вестник. 2019. № 3 (108). С. 163–167.

5. Грибков И. В. Холокост на страницах школьных атласов России, Белоруссии и Украины // Преподавание истории в школе. 2019. № 10. С. 74–77.

6. Кузнецов В. Б. Подвиг во имя науки. К 100-летию со дня рождения В. В. Ржевского // Горная промышленность. 2019. № 3.

7. Науменко О. А. К вопросу об исторических корнях идеологии // Теоретический журнал «CREDOnew», № 2 (98), Санкт-Петербург, Россия. 2019 г. С. 261–277.

Опубликованы также 22 статьи в журналах, индексируемых в РИНЦ.

#### **Основные научно-технические показатели**

Монографические издания – 2, учебные пособия – 5, статьи – 32, из которых 5 статей из перечня баз Web of Science и Scopus, 7 статей в журнале из перечня ВАК, 22 статьи, индексируемые в РИНЦ, участие членов кафедры в 36 международных конференциях, проведено 16 научно-методологических и научно-методических семинаров.

#### **Награды и премии**

Доц. Бокарев В. В., доц. Кузнецов В. Б., доц. Сытников А. Ф. награждены медалью «300-летие Берг-коллегии» Высшего горного совета РФ.

Ст. преподаватель Гафурова З. Р. награждена почетной грамотой Центра международных культурных программ «Москва – город мира» за сохранение и развитие национальной театральной культуры; имеет благодарность ЦДА Союза театральных деятелей РФ за творческое сотрудничество в Год Театра в России.

#### **Контактные реквизиты подразделения**

**Урсул Татьяна Альбертовна** – заведующий кафедрой, д-р фил. наук, профессор

**Тел.:** 8 (499) 237 65 80;

**E-mail:** ursult@mail.ru.

## КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И ЗДОРОВЬЯ И УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫЙ СПОРТИВНЫЙ ЦЕНТР

### Хусяйнов Зофер Мустафович

Заведующий кафедрой ФКиЗ и директор УТСЦ  
кандидат педагогических наук, профессор,  
заслуженный тренер России по боксу



Главная задача и направление стратегии развития кафедры: формирование физической культуры личности студента и способности реализовать ее в социально-профессиональной, физкультурно-спортивной, оздоровительной деятельности и в семье.

Задачи программы развития кафедры:

- развитие учебно-методического потенциала кафедры за счет расширения спектра методического обеспечения учебной, воспитательной, физкультурно-оздоровительной деятельности;
- внедрение информационных технологий в практику планирования и организации учебного процесса;
- ориентирование воспитательной работы на формирование отношений к здоровому образу жизни как фактору успешности в учебе, карьере и как к универсальному средству первичной профилактики, укрепления и охраны здоровья.

#### Основные научные направления деятельности кафедры

- формирование у студентов мотивационно-ценностного отношения к физической культуре, установки на здоровый стиль жизни, потребности в регулярных занятиях физическими упражнениями и спортом;
- приобретение студентами опыта творческого использования физкультурно-спортивной деятельности для достижения жизненных и профессиональных целей;
- повышение спортивного мастерства студентов-спортсменов в условиях обучения в вузе.

#### Кадровый потенциал кафедры ФКиЗ и учебно-тренировочного спортивного центра:

- 3 профессора, из них 1 доктор биологических наук и 2 канд. пед. наук;
- 1 доцент, канд. пед. наук;
- 3 ст. преподавателя, из них 1 - канд. пед. наук.
- 2 ассистента, из них 1 – канд. техн. наук
- 2 инструктора-методиста, из них 1 канд. пед. наук
- 20 старших тренеров-преподавателей, из них 3 канд. пед наук

#### Участие в грантах

Грант РФФИ 2018-2020 года. «Управление функциональным состоянием девочек-подростков в современных условиях обучения средствами направленной физической подготовки». Руководитель - Зайцева Г.А., участники проекта: Криволапчук И.И. Макарова Л.В., Носова Р.М.

#### Основные публикации за 2019 год

Всего – 14; ВАК, Scopus – 4; РИНЦ – 10.

1. Криволапчук И.А., Чернова М.Б. Особенности факторной структуры функционального состояния детей 9-10 лет // Физиология человека, 2019, том 45, № 1, с. 37–48. (Scopus, ВАК, Springer, PubMed, РИНЦ)
2. Krivolapchuk I.A., Chernova M. B. The Factor Structure of the Functional State of Boys Aged 13–14 Years // Human Physiology – 2019. – Vol. 45, №1, pp. 30–39. (Scopus, ВАК, Springer, PubMed, РИНЦ).
3. Криволапчук И.А., Чернова М.Б. Функциональное состояние организма детей дошкольного и младшего школьного возраста при реализации информационной нагрузки различной степени напряженности // Экология человека. 2019 № (Scopus, ВАК, Springer, PubMed, РИНЦ).
4. Криволапчук И.А., Герасимова А.А., Мышьяков В.В., Чичерин В.П. Оценка влияния фактора анаэробной гликолитической работоспособности на функциональное состояние и эф-

фективность когнитивной деятельности детей младшего школьного возраста // Human. Sport. Medicine / Человек. Спорт. Медицина, 2019. Т. 19, № S2. С. 29–36. **WoS и Scopus.**

5. Криволапчук И.И., Зайцева Г.А., Чичерин В.П., Носова Р.М. Особенности функционального состояния девочек–подростков 11-12 лет в зависимости от уровня аэробной и анаэробной работоспособности // Научно-теоретический журнал «Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта», 2019. №.8. С. **РИНЦ**

6. Криволапчук И.А., Герасимова А.А., Мышьяков В.В., Савушкина Е.В. Психофизиологические показатели детей 9-10 лет с разными анаэробными гликолитическими возможностями организма// Научно-теоретический журнал «Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта», 2019. №. С. **РИНЦ**

7. Криволапчук И.А., Герасимова А.А., Мышьяков В.В., Чичерин В.П. Оценка влияния фактора анаэробной гликолитической работоспособности на функциональное состояние и эффективность когнитивной деятельности детей младшего школьного возраста // Человек. Спорт. Медицина / Human. Sport. Medicine, 2019 (Проходит рецензирование). **РИНЦ**

8. Криволапчук И.И., Зайцева Г.А., Макарова Л.В. Функциональное состояние девочек–подростков в условиях напряженной когнитивной нагрузки в зависимости от двигательной подготовленности// Научно-теоретический журнал «Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта», 2019. №9. (в редакции). **РИНЦ**

9. Зайцева Г.А., Криволапчук И.И., Чичерин В.П. Алгоритм оперативного и текущего управления функциональным состоянием девочек–подростков в процессе обучения// Новые исследования, 2019, № 3 направлена в журнал). **РИНЦ**

10. Зайцева Г.А. Лошакова Ю.А. Использование сети Интернет студентами-первокурсниками: Виртуаль - 31 (г. Йошкар-Ола) **РИНЦ**, 2019.

11. Радимов Р.Р., Чистяков И.В., Шикалов Н.М. Некоторые принципиальные вопросы различия понятий: «фитнес, физической культуры и спорта». Сборник материалов XII международной научно-практической конференции. МИСИ-МГСУ, 2019 г. стр. 343-346, **РИНЦ.**

12. Хусяйнов З.М., Копцев К.Н., Гарамян А.И. Изменения температуры коры головного мозга боксёров во время тренировок и после спарринга (статья) Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 50-летию кафедры спортивной медицины. ГЦОЛИФК, 2019. Стр. 334-337, **РИНЦ.**

13. Хусяйнов З.М., Копцев К.Н., Гарамян А.И. Функциональное состояние спортсменов-боксёров высокой квалификации (статья). В сборнике: Лечебная физическая культура и спортивная медицина: достижения и перспективы развития Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 50-летию кафедры спортивной медицины. 2019. С. 332-333, **РИНЦ.**

#### **Учебно-методическая литература**

1. Шаумян С.А., Хусяйнов З.М. Комплексный подход к занятиям атлетической гимнастикой. Учебно-методич. пособие (электронный образовательный ресурс) МИСиС 2019 г.

#### **Контактные реквизиты кафедры ФКиЗ**

**Хусяйнов Зофер Мустафович** – заведующий кафедрой, канд. пед. наук, профессор

**Тел.:** 8 (499) 237-53-17 каб. 701, спортивный комплекс Горного института

8 (499) 230-25-48, 8 (499) 237-53-17

**E-mail:** sport@misis.ru

## ЦЕНТР РУССКОГО ЯЗЫКА

**Подвойская Наталия Леонидовна**

Директор центра, кандидат политических наук, доцент



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

### **Основные научные направления деятельности центра:**

- формирование профессиональной компетентности иностранного специалиста средствами обучения русскому языку;
- изучение процессов адаптации иностранных студентов и их интеграции в российское образовательное пространство в контексте интернационализации образования;
- автоматизация учебного процесса;
- создание собственного контента на электронной образовательной платформе Canvas;
- разработка методологической концепции преподавания научного стиля речи (тематика НИТУ «МИСиС»);
- создание учебных материалов по научному стилю речи в тесном сотрудничестве с преподавателями-предметниками;
- разработка программы повышения квалификации зарубежных преподавателей русского языка;
- разработка концепции студенческого олимпиадного движения;
- внедрение новых технологий и активных методов обучения;
- реализация программ дополнительного образования.

### **Кадровый потенциал центра:**

1 доктор наук, 4 кандидата наук

### **Наиболее крупные научные проекты, выполненные в 2019 году:**

- участие в гранте (АНО ВО «Российский новый университет» «Виртуальная Школа преподавателя, обучающего на русском языке». Разработка модулей «Подготовка специалистов по переводу художественной литературы с языков народов России», «Языковое законодательство в РФ»;
- организация V межвузовской студенческой олимпиады по русскому языку и культуре речи для студентов технических вузов (апрель, 2019);
- организация межвузовского конкурса «Самый грамотный студент» (ноябрь, 2019).

### **Важнейшие научно-технические достижения центра:**

- осуществление методической поддержки – проведение вебинаров и мастер-классов для зарубежных преподавателей русского языка;
- проведение методических семинаров с преподавателями профильных дисциплин, работающими с иностранными студентами;
- продвижение бренда университета благодаря использованию учебных материалов, созданных с учетом реалий НИТУ «МИСиС»;
- продвижение бренда университета и популяризация русского языка в рамках проекта «Вузы России» и Олимпиады по русскому языку для школьников и студентов (Вьетнам);
- внедрение программы языковой поддержки иностранных учащихся всех уровней (от подготовительного отделения до аспирантуры и постдоков);
- размещение материалов по русскому языку, созданных преподавателями центра, на платформе Canvas;
- преподавание русского языка для студентов разных уровней подготовки в Государственном техническом университете им. Ле Куй Дона (Вьетнам, Ханой)

### **Подготовка специалистов высшей квалификации**

Ведется подготовка к защите диссертации на соискание степени кандидата наук 1 преподавателя.

**Основные публикации****Статьи:**

1. Барсегян К.М. Использование аутентичных материалов вне языковой среды (вьетнамские учащиеся, начальный этап) // Сборник материалов XVIII международной научно-практической конференции Язык, культура, менталитет: проблемы изучения в иностранной аудитории, РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, 2019. – Санкт-Петербург, 2019.
2. Ковалева Н.А. Эпистолярные индивидуально-авторские фразеологизмы А.С.Пушкина // Материалы Международной научной конференции «Дибровские чтения» 29 марта 2019. М.: РИЦ РосНОУ, 2019.
3. Ковалева Н.А. Изучение творчества М.А. Шолохова в вузах Китая: социолингвокультурологический аспект // Сборник материалов Международной научно-практической конференции «М.А. Шолохов в современном мире (ко дню рождения писателя)» 31 мая 2019. М.: ООО «Ваш формат», 2019. С. 40-47. (в соавторстве)
4. Ковалева Н.А. Эпистолярная языковая личность А.С.Пушкина // Настоящее и будущее стилистики. Сборник научных статей Международной научной конференции 13-14 мая 2019. М.: МГУ им. М.В.Ломоносова, 2019. С.311-316.
5. Ковалева Н.А. Контаминация чеховских эпистолярных фразеологизмов как авторский прием // Научно-практический журнал «Архимедь». СПб.: ООО Архимедь, 2019. С. 17-23.
6. Курбатова С.А. О сочетании дистанционного и очного обучения на разных этапах освоения русского языка как иностранного: тезисы // 3-я Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы лингвистики и лингводидактики в неязыковом вузе»: 11-12 декабря 2018 г. – Москва: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019.
7. Подвойская Н.Л., Тимошенко Т.Е. Анализ типичных ошибок, допускаемых студентами в олимпиадных заданиях по русскому языку и культуре речи // Русский язык и литература в контексте глобализации: Материалы VI Международной научно-практической конференции, посвящённой 50-летию МАПРЯЛ. – М: Изд-во «Научный консультант», 2019. – С. 428-433.

**Учебно-методические пособия:**

1. Курбатова С.А. Спутник. Русский язык как иностранный. Элементарный уровень: учебное пособие. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. – 476 с.
2. Подвойская Н.Л., Тимошенко Т.Е. Русский язык для иностранных студентов: теория и практика (А2-В1): учеб. пособие // М.: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 146с.
3. Тимошенко Т.Е. Готовимся к олимпиаде по русскому языку: практическое пособие // М.: Флинта, 2019. – 128с. (в соавторстве).

**Основные научно-технические показатели:**

- количество публикаций: статей – 7 (в т.ч. публикации в изданиях, индексируемых WoS/Scopus, – 0 ; публикации в изданиях, входящих в перечень ВАК, – 1 ; в научных журналах, индексируемых в базе РИНЦ, – 4, учебников, учебно-методических пособий – 3;
- количество конференций, в которых приняли участие сотрудники центра, – 6;
- участие в грантах – 1;
- руководство диссертациями – 2;
- проведено методических семинаров / вебинаров для зарубежных и российских преподавателей – 10;
- подготовлено отзывов на диссертации – 1;
- прошли повышение квалификации – 5 чел.

**Контактные реквизиты подразделения**

**Подвойская Наталия Леонидовна** – директор центра, канд. полит. наук, доц.

**Тел.:** (495) 638-46-78

**E-mail:** russian\_centre@misis.ru

## КАФЕДРА СТРОИТЕЛЬСТВО ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

**Панкратенко Александр Никитович**  
Заведующий кафедрой,  
доктор технических наук, профессор



Кафедра «Строительство подземных сооружений и горных предприятий» проводит подготовку специалистов по направлению **21.05.04 «Горное дело»**, специализация «**Шахтное и подземное строительство**» магистров по направлению **09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»**, профиль «**ВИМ-технологии в проектировании и строительстве**» и аспирантов по направлению **21.06.01 «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых»**

В 2019 году кафедра отметила 90-летия создания специальности «Шахтное и подземное строительство». Сохраняя и развивая традиции образовательной деятельности, на кафедре продолжают совершенствоваться существующие научные школы, а также зарождаются новые научные направления.

Сегодня кафедра активно занимается научными исследованиями, как в сфере шахтного, так и подземного строительства.

В 2019 году успехи кафедры были отмечены на самом высоком уровне. Совместный коллектив кафедры СПСиГП НИТУ МИСиС, компании Бустрен РМ и НИЦ Тоннельной Ассоциации за разработку «Высокоэффективная технология сооружения линейных объектов метрополитена» был удостоен премии Правительства России в области науки и техники. Руководителем коллектива выступал заведующий кафедрой СПСиГП Панкратенко А.Н.

Знаковой научно-исследовательской работой для кафедры также стало научное сопровождение и мониторинг сверхглубокого ствола СКС-1 рудника «Скалистый» компании ПАО ГМК «Норильский Никель. Подрядчик строительства – фирма Тиссен Шахтбау (Германия). Усилиями ученых кафедры разработаны специальные технические условия на проектирование объекта, обоснованы эффективные решения по креплению ствола, разработана и внедрена система мониторинга напряженно-деформированного состояния крепи и горного массива в процессе строительства и эксплуатации.

В 2019 году учеными кафедры опубликовано 11 статей в журналах, входящих в базу цитирования Scopus, заключены договора и налажено тесное сотрудничество в научно-технической сфере с компаниями «Восток-уголь», «Метрогипротранс», «Трансинжстрой», «Бустрен РМ», «Мосинжпроект», «Thyssen Schachtbau», «ЛУКОЙЛ- Коми», «TELEMAS» и др.

Кафедра активно внедряет цифровые технологии в научную деятельность и учебный процесс. Так в 2019 году началась реализация новой магистерской программы «ВИМ-технологии в подземном строительстве» реализация которой начнется с сентября 2019 года совместно с ИТАСУ НИТУ МИСиС.

### **Основные научные направления кафедры**

- Формирование методологических основ горной науки по освоению подземного пространства - «Строительная геотехнология»;
- Разработка технологических методов управления геомеханическими процессами при комплексном освоении недр;

- Разработка и внедрение на горнодобывающих предприятиях технологий проходки выработок, обеспечивающих долговременную устойчивость конструкций подземных сооружений;
- Исследование механических и теплофизических свойств грунтов и горных пород;
- Разработка теоретических основ и технологий безрассольного замораживания горных пород при строительстве городских подземных сооружений в сложных гидрогеологических условиях;
- Разработка теоретических основ проектирования, строительства и реконструкции экологически безопасных подземных сооружений при освоении подземного пространства городов мегаполисов;
- Разработка методов мониторинга и оценки состояния конструкций подземных сооружений;
- Формирование научных основ создания рискбезопасных технологий в подземном строительстве основным принципом, которых является минимизация ущерба от влияния строительства на существующие здания на поверхности и другие близко расположенные подземные сооружения;
- Обоснование методов подбора составов бетонов и разработка технологий их укладки при строительстве подземных сооружений;
- Разработка фундаментальных основ и внедрение практических способов строительства высокоэффективных подземных хранилищ нефтепродуктов;
- Разработка конструкций и технологий изготовления элементов крепей коллекторных тоннелей с внутренним футеровочным покрытием;
- Разработка научно-обоснованных технологических схем проходки и поддержания горных выработок при добыче нефти горным способом.

#### **Кадровый потенциал подразделения**

В настоящее время на кафедре работает 19 преподавателей: 7 докторов наук и 9 кандидатов наук. В подготовке специалистов участвуют 6 действующих сотрудника ведущих строительных и проектных организаций Москвы.

#### **Общий объем финансирования научно-исследовательских работ**

Всего в 2019 г. кафедрой выполнено пять хозяйственных НИР на общую сумму более 12 млн.руб.

#### **Подготовка специалистов высшей квалификации**

В 2019 году на кафедру поступило 4 аспиранта очной формы обучения.

#### **Основные публикации (перечислить наиболее значимые)**

1. Shornikov I. Driving force prediction in microtunneling technology with slurry shields: Estimation of end forces at tunneling shutdowns—Mining Informational And Analytical Bulletin (Scientific And Technical Journal) No. 7 p. 42-52, 2019
2. Epshtein S., Nikitina I., Agarkov K., Nesterova V., Minaev V. Effects of cyclic freezing and thawing on coals quality indices Gornyi Zhurnal No. 6 p. 5-18, 2019
3. Epshtein S., Gavrilova D., Kossovich E., Nesterova V., Nikitina I., Fedorov S. Technologies of coatings employment for coals oxidation resistance improvement AIMS Energy No. 1 p. 20-30, 2019
4. Sekretov M., Rakhutin M., Gubanov S. Prospects for percussion sawing machines in production of high-strength dimension stone Gornyi Zhurnal No. 8 p. 65-69, 2019
5. Shornikov I. Prediction of tunnel casing driving force in microtunneling technology: Assessment of rock/casing contact area under condition of uplift Mining Informational And Analytical Bulletin (Scientific And Technical Journal) No. 1 p. 63-68, 2019
6. Mazein S., Pankratenko A., Polyankin A., Sharshova E. Soil improvement in tunnel face using foam reagents in EPB TBM No. p. 2663-2670, 2019
7. Kulikova E., Shornikov I. Method of Estimation of Pressure Forces from Power Plant in Microtunneling No. p. 783-789, 2019
8. Sekretov M., Gubanov S. Load calculation technique for vertical feed drive of curve strip sawing machine Mining Informational And Analytical Bulletin (Scientific And Technical Journal) No. 2 p. 136-145., 2019
9. Sekretov M., Gubanov S. Experimental research of vertical feed drive loads in saw frame of strip sawing machine Mining Informational And Analytical Bulletin (Scientific And Technical Journal) No. 1 p. 154-161, 2019

10. Pleshko M., Sil'chenko Y., Pankratenko A., Nasonov A. Improvement of the analysis and calculation methods of mine shaft design Mining Informational And Analytical Bulletin (Scientific And Technical Journal) No. 12 p. 55-66, 2019
11. Kartoziya B., Korchak A., Pankratenko A. TRAIInG of UndERGROUnd BUILdERS at the MInInG InSTITUTE in the nUST "MISIS" ( to the 90th anniversary of the creation of the speciality "Mine and underground Construction") Подготовка подземных строителей в Горном институте НИТУ «МИСиС» UGOL' No. 1 p. 66-68, 2019
12. Mazein S., Voznesenskiy A., Pankratenko A. Monitoring of bentonite dead weight in shield tunneling Mining Informational And Analytical Bulletin (Scientific And Technical Journal) No. 7 p. 13-29, 2019
13. Konukhov D., Polyankin A. Ensuring the safety of the existing buildings during the construction of the underground in moscow No. p. 5756-5766, 2019
14. Vulfson A., Nikolaev P. Alternative approximations using the similarity theory for turbulent moments of the atmospheric surface layer,, 2019
15. Mazein S., Voznesenskiy A., Pankratenko A., Sharshova E. Improvement of processing behavior of soil at the work face of tunnel boring machine using foam agents Mining Informational And Analytical Bulletin (Scientific And Technical Journal) No. 11 p. 77-81, 2019
16. Pleshko M., Pleshko M., Voynov I., Kostyukhov A. Stress state analysis of two-way tunnel lining at different stages of soil defrostation Mining Informational And Analytical Bulletin (Scientific And Technical Journal) No. 10 p. 160-171, 2019

#### **Контакты**

**Панкратенко Александр Никитович** – Заведующий кафедрой, д-р техн. наук, проф.  
**Тел.:** 8 (499) 230-72-96, 8 (499) 230-24-57  
Ленинский проспект, д. 6, Г-526  
**E-mail:** sps@misis.ru

## КАФЕДРА ОБОГАЩЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ

**Юшина Татьяна Ивановна**

Заведующая кафедрой, кандидат технических наук, доцент



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

### **Основные направления научных работ кафедры**

– Исследование физико-химии поверхностных явлений и межфазных взаимодействий в процессах флотационного, химического обогащения и биогидрометаллургической переработки минерального сырья природного и техногенного происхождения;

– Применение сочетаний собирателей с различным химическим составом и молекулярной структурой для повышения селективности флотации минерального сырья;

– Исследование и разработка научно-технологических решений, направленных на создание комбинированных технологий глубокого обогащения труднообогатимых руд черных, цветных, редких и благородных металлов горно-химического и техногенного сырья, основанных на сочетании процессов флотации, гравитации, магнитной и электрической сепарации с гидрометаллургическими;

– Технологии комплексной оценки минерального сырья и технологический аудит проектов и действующих производств;

– Совершенствование методов и аналитических методик изучения минерального состава руд и продуктов обогащения;

– Разработка способов и схем переработки техногенных отходов обогатительных и металлургических производств;

– Исследование и разработка реагентных режимов флотации различных видов минерального сырья, в том числе углеродсодержащего, с применением реагентов двойного действия на основе ацетиленовых спиртов.

### **Кадровый потенциал подразделения**

Заведующий кафедрой; 6 профессоров; 5 доцентов; 1 старший преподаватель; 1 ассистент; Заведующий лабораторией; 2 ведущих инженера; 2 инженера. Из них: 1 – академик РАН; 4 – д.т.н., 9 – к.т.н.

На кафедре обучаются 15 аспирантов, 1 стажер.

### **Основные научные и технические результаты**

– Разработана технология переработки титан-циркониевых песков;

– Разработана технология флотационного доизвлечения цветных и благородных металлов из хвостов обогащения медно-никелевых руд;

– Проведен комплексный независимый аудит проекта модернизации горно-обогатительного производства Калининградского янтарного комбината;

– Исследовано влияние и механизм действия дополнительных реагентов собирателей-пеннообразователей на основе ацетиленовых спиртов при флотации сульфидов. Разработан реагентный флотации медно-молибденовых руд месторождения Эрдэнэтийн-Овоо (Монголия).

**Выполнение хоздоговорных и бюджетных работ**

В 2019 году на кафедре ОПИ выполнялись:

1. № 1654006 Опытные-промышленные испытания технологии переработки титан-циркониевых песков Восточного участка Центрального месторождения (Тамбовская область) и разработка технологического регламента (лабораторная часть испытаний)». Руководитель – Шехирев Д.В., объем финансирования – 8 020 000 руб.
2. № 1654007 Проведение независимого комплексного аудита (анализа) научно-исследовательских, предпроектных и проектных работ в рамках создания объектов горно-обогатительного производства (обогатительная фабрика) на базе Приморского месторождения АО «КЯК». Руководитель – Юшина Т.И., объем финансирования – 1 100 000 руб.
3. № 1654008 Проведение лабораторных исследований по разработке технологии получения гравитационного и флотационного концентратов из проб песков Нижнего и Верхнего участков техногенной россыпи р. Щучье». Руководитель – Шехирев Д.В., объем финансирования – 3 500 000 руб.

**Основные научно-технические показатели**

– количество публикаций в научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science и Scopus - 25;

– количество конференций, в которых участвовали сотрудники кафедры – 5.

**Основные публикации**

1. Yushina, T.I., Krylov, I.O., Valavin, V.S., (...), D'Elia, K., Myaskov, A.V. Processing technology of iron-containing industrial waste from the Kamysh-Burun mining complex // 2019. IMPC 2018 - 29th International Mineral Processing Congress, p. 3103-3112
3. Yushina, T.I., Purev, B., D'Elia, K., Namuungerel, B. Analysis of technological schemes and substantiation of the selection of the reagent regimes for copper molybdenum ores flotation // 2019. Non-ferrous Metals, № 46(1), с. 3-11
4. Foucaud, Y., Filippova, I.V., Filippov, L.O. Investigation of the depressants involved in the selective flotation of scheelite from apatite, fluorite, and calcium silicates: Focus on the sodium silicate/sodium carbonate system // 2019. Powder Technology, № 352, с. 501-512
5. Filippov, L.O., Filippova, I.V., Lafhaj, Z., Fornasiero, D. The role of a fatty alcohol in improving calcium minerals flotation with oleate // 2019. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, № 560, с. 410-417
6. Foucaud, Y., Badawi, M., Filippov, L.O., Filippova, I.V., Lebègue, S. Synergistic adsorptions of Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> and Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> on calcium minerals revealed by spectroscopic and Ab initio molecular dynamics studies // 2019. Chemical Science, № 10(43), с. 9928-9940
7. Foucaud Y, Filippova I, Dehaine Q, Hubert P, Filippov L Integrated approach for the processing of a complex tungsten Skarn ore (Tabuaco, Portugal) // 2019. Minerals Engineering, № 143. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mineng.2019.105896>
8. Geneyton, A., Filippov, L.O., Renard, A., Mallet, M., Menad, N. Advances in carboxylate collectors adsorption on monazite surface: Part 1 – Assessment of the hydroxylation and carbonation of surface lanthanide ions // 2019. Applied Surface Science, № 485, с. 283-292
9. Foucaud, Y., Dehaine, Q., Filippov, L.O., Filippova, I.V. Application of falcon centrifuge as a cleaner alternative for complex tungsten ore processing // 2019. Minerals, № 9(7), 448
10. Filippov, L.O., Kaba, O.B., Filippova, I.V. Surface analyses of calcite particles reactivity in the presence of phosphoric acid // 2019. Advanced Powder Technology, № 30(10), с. 2117-2125
11. Filippov, L., Farrokhpay, S., Lyo, L., Filippova, I. Spodumene flotation mechanism // 2019. Minerals, № 9(6), 372
12. Foucaud, Y., Fabre, C., Demeusy, B., Filippova, I.V., Filippov, L.O. Optimisation of fast quantification of fluorine content using handheld laser induced breakdown spectroscopy // 2019. Spectrochimica Acta - Part B Atomic Spectroscopy, № 158, 105628
13. Foucaud, Y., Badawi, M., Filippov, L., Filippova, I., Lebègue, S. A review of atomistic simulation methods for surface physical-chemistry phenomena applied to froth flotation // 2019. Minerals Engineering, № 143, 106020
14. Dehaine, Q., Foucaud, Y., Kroll-Rabotin, J.-S., Filippov, L.O. Experimental investigation into the kinetics of Falcon UF concentration: Implications for fluid dynamic-based modeling // 2019. Separation and Purification Technology, № 215, с. 590-601

15. Chanturiya, V., Dvoichenkova, G., Morozov, V., Podkamenny, Y., Kovalchuk, O. The mechanism of formation of finely dispersed minerals on the surface of diamonds and the application of electrolysis products of water systems for their destruction // 2019. Inzynieria Mineralna, № 1, с. 53-57

16. Dvoichenkova, G., Chanturiya, V., Morozov, V., Podkamenny, Y., Kovalchuk, O. Analysis of distribution of secondary minerals and their associations on the surface of diamonds and in derivative products of metasomatically altered kimberlites // 2019. Inzynieria Mineralna, № 1, с. 43-46

17. Yushina, T.I., Purev, B., Yanes, K.S.D., Malofeeva, P.R. Improvement of porphyry copper flotation efficiency with auxiliary collectors based on acetylene alcohols // 2019. Eurasian Mining, № 1, с. 25-30

18. Dehaine, Q., Filippov, L.O., Glass, H.J., Rollinson, G. Rare-metal granites as a potential source of critical metals: A geometallurgical case study // 2019. Ore Geology Reviews, № 104, с. 384-402.

19. Nikitenko, E.M., Evtushenko, M.B., Yushina, T.I. Improving the assay test for the degdekan deposit ores // 2019. Obogashchenie Rud, № 1, с. 34-38

20. Ignatkina, V.A., Shepeta, E.D., Samatova, L.A., Milovich, F.O. Flotation of ? sheelite-carbonate ore with wide range of carbonate module // 2019. IMPC 2018 - 29th International Mineral Processing Congress, с. 1014-1025

21. Koporulina, E.V., Ryazantseva, M.V., Chanturiya, E.L., Zhuravleva, E.S. New AFM and FTIR data on adsorption of butyl xanthate on sulfide minerals under treatment with water electrolysis products // 2019. IMPC 2018 - 29th International Mineral Processing Congress, с. 70-78

22. Bocharov, V.A., Yushina, T.I., Ignatkina, V.A., Kayumov, A.A., Petrov, I.M. On the selection of technologies of comprehensive processing of ores of nonferrous and rare metals based on penetrative disclosure of minerals comprehensive processing // 2019. IMPC 2018 - 29th International Mineral Processing Congress, с. 1214-1221

23. Yushina, T.I., D'Elia, K., Malyshev, O.A., Ogrel, L.D., Petrov, I.M. Flotation of gold-bearing non-ferrous ores with acetylene alcohol-based reagents // 2019. IMPC 2018 - 29th International Mineral Processing Congress, с. 1425-1433

24. Kayumov, A.A., Aksenova, D.D., Belokrysov, M.A., Malofeeva, P.R. Effect of sodium thiosulfate on the floatability of tennantite and pyrite // 2019. Tsvetnye Metally № 3, с. 7-13

25. Nikolaev, A.A. Flotation recovery of toner containing iron oxide from water suspension // 2019. Minerals Engineering № 144, 106027

**Подготовка кадров высшей квалификации и защита диссертационных работ на соискание ученой степени**

Выпущено 3 аспиранта по направлению 21.06.01 «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых», квалификация «Исследователь. Преподаватель-исследователь» (Д Элия Янес К.С., Жаргалсайхан Э., Каюмов А.А.)

Защищена диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.13 «Обогащение полезных ископаемых»:

— Лыгач Артем Викторович «Разработка технологии комплексного обогащения желваковых фосфоритов с использованием реагентов многофункционального действия», научный руководитель, д.т.н., проф. Игнаткина В.А.

**Контакты**

**Юшина Татьяна Ивановна** – Заведующая кафедрой, канд. техн. наук, доц.

**Тел.:** (499) 230-24-46 (499) 230-27-15

**Факс:** (499) 230-27-15

**E-mail:** yuti62@mail.ru, mineralprocessing@misis.ru

**Адрес:** Ленинский пр., д. 6, ауд. Л-225.

## КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ГЕОКОНТРОЛЯ

**Винников Владимир Александрович**  
Заведующий кафедрой,  
доктор физико-математических наук



### Задачи и перспективы научной деятельности

Научно-исследовательская деятельность кафедры направлена на решение фундаментальных и прикладных задач горного дела на основе использования достижений в области физико-математических наук, экспериментальных и теоретических исследований в области физики горных пород и процессов горного производства. Выполнение научных работ ориентировано на исследование геомеханических процессов в породных массивах, разрушение горных пород при добыче и переработке полезных ископаемых, комплексное использование минерального сырья, разработку активных и пассивных акустических методов контроля структуры, свойств и состояния горных пород.

Объекты исследований – природные и техногенные процессы различной физической природы в горных породах и массивах горных пород.

Задачи исследований:

- повышение качества и надежности информационного обеспечения горных работ и строительства подземных сооружений на различных масштабных уровнях;
- совершенствование методик определения физических свойств горных пород и минералов;
- обоснование геомеханической устойчивости подземных выработок и сооружений на открытых и подземных работах. в том числе предотвращение опасных горно-геологических явлений (выбросы и взрывы угля и газа, горные удары);
- снижение энергоемкости процессов добычи и переработки полезных ископаемых;
- комплексное использование сырья при добыче и переработке полезных ископаемых;
- совершенствование методов и средств взрывного разрушения горных пород и обеспечение его экологической и технологической безопасности.

### Основные научные направления деятельности кафедры

1. Определение физических свойств горных пород и минералов.
2. Геомеханические процессы в породных массивах при разработке полезных ископаемых.
3. Процессы разрушения, дробления и измельчения горных пород.
4. Управление и целенаправленное изменение свойств горных пород различными физическими полями.
5. Комплексное использование минерального сырья.
6. Лазерно-ультразвуковая диагностика структуры и свойств геоматериалов.
7. Исследования эффектов памяти различной физической природы в горных породах и разработка на этой основе методов контроля напряженно-деформированного состояния массивов.
8. Разработка методов геоконтроля на основе термостимулированной акустической эмиссии.
9. Исследования эффектов памяти в композиционных материалах и их использование для целей геоконтроля.
10. Разработка новых, безопасных технологий взрывных работ.
11. Разработка новых типов взрывчатых веществ и средств инициирования.
12. Исследование взрывных характеристик взрывчатых материалов.
13. Определение безопасных параметров взрывных работ при использовании различных типов ВВ.

**Кадровый потенциал кафедры**

На кафедре работают:

9 профессоров, 10 доцентов, 2 старших преподавателя, 2 ассистента, 8 инженеров.

Из них:

1 доктор физико-математических наук, 8 докторов технических наук, 11 кандидатов технических наук.

На кафедре обучаются 23 аспиранта.

**Общий объем финансирования научно-исследовательских работ**

В 2019 году кафедрой велась работа по трем грантам РНФ и одному гранту РФФИ на общую сумму 13,2 млн. руб., а также были выполнены хозяйственные темы на 2,15 млн. руб.

**Основные публикации**

Статьи (индексируемые в базах WoS/Scopus)

1. **Babich A., Vinnikov V.** Experimental investigations of structural changes of pyrite-containing ores mineral grains in the microwave fields // Mining Informational and Analytical Bulletin, 2019, № 6, pp. 106-114

2. Barinov A., **Eremenko V.**, Filatov A., Bazin A. Pilot trials of high-tensile MINAX mesh as surface support in Kirov and Taimyr mines // Gornyi Zhurnal, 2019, № 1, pp. 22-27

3. **Barnov N.**, Skamnitskaya L., Bubnova T. Features of technological mineralogy of corundum khitostrov deposit (Karelia, Russia), determining the methods of disintegration and industrial value of mineral raw materials // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, 2019, pp. 821-826

4. Bubnova T., **Barnov N.**, Gorbunova E., Chertov A. Material constitution characteristics governing processibility of corundum ore // Mining Informational and Analytical Bulletin, 2019, № 4, pp.162-174

5. **Cherepetskaya E.**, Sas I., Makarov V., Kravcov A. Studying internal structure of quartz by broadband ultrasonic tomography under cyclic compression // Journal of Physics: Conference Series, 2019, 1172

6. Dudchenko O., **Shibaev I., Ivanov P.**, Kravcov A. Development of geotechnical protective measures for strengthening a slope prone to landslide hazards // Topical Issues of Rational Use of Natural Resources - Proceedings Of The International Forum-Contest of Young Researchers, 2018, pp. 147-152

7. Dzheldybaeva I., Kairbekov Z., **Maloletnev A.**, Suimbaeva S., Ermoldina E. Hydrofining of the Overhead Products of the Liquefaction of Coal from the Mamyskoe Deposit // Solid Fuel Chemistry, 2019, № 4, pp. 225-229

8. Ermoldina E., Dzheldybaeva I., Kairbekov Z., **Maloletnev A.** Combined Hydrogenation of Coal and Shale from the Kendyrlyk Deposit in Kazakhstan // Solid Fuel Chemistry, 2019, № 2, pp. 76-82

9. Galchenko Y., Eremenko V. Model representation of anthropogenically modified subsoil as a new object in lithosphere // Eurasian Mining, 2019, № 2, pp. 3-8

10. Galchenko Y., **Leizer V., Vysotin N.**, Yakusheva E. Procedure justification for laboratory research of secondary stress field in creation and application of convergent technology for underground mining of rock salt // Mining Informational and Analytical Bulletin, 2019, № 11, pp. 35-47

11. Gupalo VS Spatial characterization of the physical process parameters in rock mass during construction of the underground facility for the RW disposal // Russian Journal of Earth Sciences, 2019, № 6, p.19

12. **Khloptsov D., Vinnikov V.** Determination of rock pressure on lining of wells // Mining Informational and Analytical Bulletin, 2019, № 8, pp. 74-82

13. Kosyreva M., **Eremenko V.**, Gorbunova N., Tereshin A. Support design using unwedge software for mines of nornickel's polar division // Mining Informational and Analytical Bulletin, 2019, № 8, pp. 57-64

14. Kravcov A., Dudchenko O., Svoboda P., **Ivanov P., Sizikov M., Belov O., Gapeev A.** Broadband ultrasonic pulse-echo method for estimation of local density of tungsten samples // Journal of Physics: Conference Series, 2019, 1172

15. Kravcov A., Karabutov A., **Cherepetskaya E.**, Makarov V., Pospichal V., Svoboda P. On the Generation of Terahertz Pulses Using Thermoelastic Effect // Journal of Physics: Conference Series, 2019, 1172

16. Kravcov A., **Shibaev I., Sizikov M., Pavlov I.,** Zarubin V., Arrigoni M., Pospichal V., Zharinov A. Investigation of metal damage by ultrasonic broadband spectroscopy // Journal of Physics: Conference Series, 2019, 1172
17. Kravtsov A., **Ivanov P.,** Malinnikova O., **Cherepetskaya B., Gapeev A.** Laser-ultrasonic spectroscopy of the Pechora basin coal microstructure // Mining Informational and Analytical Bulletin, 2019, № 6, pp. 56-65
18. Mal'kovskii VI, Yudintsev SV, **Gupalo VS** Assessment of the Safe Isolation of Solid Radwaste in Subsurface Repositories // Atomic Energy, 2019, № 2, pp. 116-123
19. **Maloletnev A.,** Smagulova N., Kairbekov Z., Kairbekov A., Kudreeva L. Hydrogenation of the Naphthalene Fractions of Coal Tar from Coal of the Shubarkol Deposit // Solid Fuel Chemistry, 2019, № 1, pp. 43-47
20. **Morozov N., Sizikov M., Shibaev I.,** Zarubin V. Measuring the macrorelief of a solid surface using broadband ultrasonic profilometry // Topical Issues of Rational Use of Natural Resources - Proceedings Of The International Forum-Contest of Young Researchers, 2018, pp. 271-276
21. **Nabatov V.** Detection of voids behind lining in metro tunnels by spectral attributes of q-factor in the lining-soil system vibrations // Gornyi Zhurnal, 2019, № 7, pp. 67-70
22. **Nikolenko P.** Hardware and methodological support of complex stress-strain state monitoring of rock massif using memory effects in elastic compositive sensors // Mining Informational and Analytical Bulletin, 2019, № 2, pp. 97-104
23. **Nikolenko P.** Methodical aspects of determination of thermobaric effects on ultrasonic vibration velocity in rocks // Mining Informational and Analytical Bulletin, 2019, № 9, pp. 160-167
24. **Nikolenko P., Shkuratnik V.** Laboratory setup for ultrasonic testing of rock samples in variable temperature and pressure conditions // Mining Informational and Analytical Bulletin, 2019, № 5, pp. 89-96
25. **Nikolenko P., Shkuratnik V., Chepur M.** Acoustic emission effects in tension of composites and practical applications for roof control in underground mines // Gornyi Zhurnal, 2019, № 1, pp. 13-16
26. **Novikov E., Shkuratnik V., Zaytsev M.** Manifestations of acoustic emission in frozen soils with simultaneous influence of variable mechanical and thermal effects on them // Journal of Mining Institute, 2019, № 238, pp. 383-391
27. Rumiantsev B., Mareev E., Bychkov A., Makarov V., Karabutov A., **Cherepetskaya E.,** Potemkin F. Photoacoustic and optical imaging of the femtosecond filament in water // Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, 2019, 11026
28. Sergunin M., **Eremenko V.** Determining parameters of original stress field in rock mass in zapolyarny mine // Mining Informational and Analytical Bulletin, 2019, № 4, pp. 63-74
29. Sergunin M., **Eremenko V.** Learning of neural network to predict overlying rock mass displacement parameters by the data on jointing in terms of the Zapolyarny Mine // Mining Informational and Analytical Bulletin, 2019, № 10, pp. 106-116
30. Solov'Ev V., **Shvedov I.** The Concept of Improving the Efficiency of Explosive Energy Converters // Journal of Physics: Conference Series, 2019, 1172
31. Trubetskoy K., Myaskov A., Galchenko Y., **Eremenko V.** Creation and justification of convergent technologies for underground mining of thick solid mineral deposits // Gornyi Zhurnal, 2019, № 5, pp. 6-13
32. Vavilov V., Karabutov A., Chulkov A., Derusova D., Moskovchenko A., **Cherepetskaya E.,** Mironova E. Comparative study of active infrared thermography, ultrasonic laser vibrometry and laser ultrasonics in application to the inspection of graphite/epoxy composite parts // Quantitative InfraRed Thermography Journal, 2019
33. **Voznesenskii A., Krasilov M., Kutkin Y.,** Tavostin M. Reliability increasing of an estimation of rocks strength by non-destructive methods of acoustic testing due to additional informative parameters // Minerals, Metals and Materials Series, 2019,
34. **Vysotin N., Kosyreva M., Leyzer V., Aksenov Z.** Design rationale for engineering multipurpose bench for physical simulation of geomechanical processes in secondary stress fields

under conditions of mining with convergent geotechnologies // Mining Informational and Analytical Bulletin, 2019, № 10, pp. 131-145

**35. Yanchenko G.** Coefficients of loosening and swelling of rocks // Mining Informational and Analytical Bulletin, 2019, № 2, pp. 206-213

36. Zarubin V., Bychkov A., Simonova V., **Cherepetskaya E.**, Karabutov A. Broadband immersion laser ultrasonic tomography of graphite-epoxy composite // Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, 2019, 11210

37. Zarubin V., Bychkov A., Zhigarkov V., Karabutov A., **Cherepetskaya E.** Model-based measurement of internal geometry of solid parts with sub-PSF accuracy using laser-ultrasonic imaging // NDT and E International, 2019, 105, pp. 56-63

**Важнейшие научно-технические достижения кафедры в 2019 году**

1. Программа для моделирования генерации и распространения оптикоакустических сигналов в слоистых средах методом ABCD матриц (Свидетельство о гос. регистрации № 2020610531)

2. Способ определения напряженного состояния массива горных пород (№2019123308)

3. Способ определения изменения устойчивости мерзлых грунтовых оснований (№ 2699385)

4. Кумулятивный заряд взрывчатого вещества (№ 185262)

5. Способ формирования контурных зарядов из эмульсионных взрывчатых веществ (№ 2672078)

6. Способ определения внутренней системы трещин массива горных пород (№ 2672117)

7. Заряд для контурного взрывания (№ 178139)

**Важнейшие научные достижения студентов и аспирантов в 2019 году**

1. Грант конкурса УМНИК (Федеральное государственное бюджетное учреждение «Фонд содействия развитию) – Лейзер В.И., ГФ-14-1

2. Аспирантский грант (РФФИ) – Шibaев И.Н., АГРРПИ-17-ФизГео

3. Грант Международного Нефтяного Совета – Шibaев И.Н., АГРРПИ-17-ФизГео

4. XV International Forum-Contest of Students and Young Researches “Topical Issues of Rational Use of Natural Resources” under the auspices of UNESCO, диплом 1 степени - Шibaев И.Н., АГРРПИ-17-ФизГео

5. Международный форум-конкурс студентов и молодых ученых «Актуальные проблемы недропользования, диплом 2 степени - Шibaев И.Н., АГРРПИ-17-ФизГео

6. XVII Всероссийская конференция-конкурс студентов и аспирантов, диплом II степени – Коротков Р.А., ФГРРПИ-16-ФизГео

7. XVII Всероссийская конференция-конкурс студентов и аспирантов, диплом II степени – Зайцев М.Г., ГФ-14-2; Тютчева А.О., ГФ-14-2; диплом III степени – Белов О.Д., ГФ-15-2

8. Всероссийский конкурс дипломных работ, диплом II степени – Завьялов О., ВД-13

9. Всероссийский инженерный конкурс 2019 года, диплом III степени – Степанов Г.Д., СФП-14-2

**Основные научно-технические показатели**

– статей в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus – 45;

– статей в рецензируемых журналах – 72, в том числе включенных в перечень ВАК – 53;

– объектов интеллектуальной собственности – 22, из которых 20 защищены патентами РФ;

– выступлений на конференциях с устными докладами, в том числе международных – 37;

**Контактные реквизиты кафедры**

**Винников Владимир Александрович** – заведующий кафедрой, д-р физ.-мат. наук

**Тел.:** +7 (499) 230-25-70, 230-25-93, 230-25-67

**E-mail:** fizgeo@misis.ru, ftkp@mail.ru, fgpip@inbox.ru

## НАУЧНО-УЧЕБНАЯ ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «ФИЗИКО-ХИМИИ УГЛЕЙ»

**Эпштейн Светлана Абрамовна**

Заведующий лабораторией, доктор технических наук, председатель ТК 179,  
старший научный сотрудник



### **Общая информация о лаборатории – цели, задачи, перспективы научной деятельности**

Научно-исследовательская деятельность НУИЛ «Физико-химии углей» направлена на решение фундаментальных проблем генезиса и метаморфизма твердых горючих ископаемых, физики и химии углей, изучения природы разномасштабной нарушенности углей методами микро- и наноиндентирования, проблем рационального природопользования и управления качеством добываемого угольного сырья, выявления потенциальных источников загрязнения окружающей среды при добыче, транспортировке, хранении и переработке углей. Прикладные задачи лаборатории органично связаны с разрабатываемыми фундаментальными направлениями и включают: разработку научно-методического обеспечения, в том числе нормативных документов (ГОСТ, ГОСТ Р, СТО, ТУ и т.д.) в области твердого минерального топлива, разработку технологических решений в области прогноза и мониторинга негативных последствий добычи и переработки углей, разработку новых типов стандартных образцов состава и свойств углей для обеспечения точности измерений показателей идентификации и безопасности продукции, аттестацию разработанных методик, организацию обучения по программам дополнительного профессионального образования.

С конца 2017 года на лабораторию возложена функция ведения секретариата технического комитета по стандартизации «Твердое минеральное топливо» (ТК 179).

### **Основные научные направления деятельности лаборатории в 2019 году**

- Изучение вещественного состава, физических, физико-химических и механических свойств углей, а также содержания в них потенциально опасных элементов.
- Моделирование физических процессов в неоднородных материалах на основе современных методов многомасштабного моделирования.
- Разработка технологических решений по использованию гуминовых кислот твердых горючих ископаемых для очистки промышленных грунтов и сточных вод от тяжелых металлов и других экотоксикантов.
- Разработка методов и средств оценки эндогенной пожароопасности углей и их склонности к образованию микро- и наноразмерной пыли.
- Разработка технических решений по предотвращению пылеобразования и окисления углей при их хранении.
- Проведение работ по оценке содержания опасных и ценных макро- и микроэлементов в углях и отходах их добычи, переработки и сжигания.
- Стандартизация и метрология в области твердого минерального топлива.

### **Кадровый потенциал лаборатории**

В лаборатории работают: 1 – ведущий научный сотрудник; 1 – старший научный сотрудник; 1 – научный сотрудник, 5 – ведущих экспертов; 5 – ведущих инженеров; 8 – инженеров; 3 – лаборанта.

Из них: 1 доктор технических наук, 1 доктор химических наук, 1 кандидат физико-математических наук (PhD, прикладная математика), 9 кандидатов технических наук, 3 аспиранта, 3 студента.

### **Общий объем финансирования научно-исследовательских работ (госбюджет, х/д)**

Всего выполнено 12 работ, заказчиками выступили Министерство энергетики РФ, Российский научный фонд, Российский фонд фундаментальных исследований, АО «СУЭК», АО «УК «Кузбассразрезуголь» и другие государственные и коммерческие организации.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2019 году составил 38 200 000,00 руб., из них 22 250 000,00 руб. хозяйственные договора и 6 100 000 – договор пожертвования для развития инструментальной базы НУИЛ.

**Наиболее крупные проекты, выполненные в 2019 г. (более 5 млн. руб.)**

– Научное обоснование унификации показателей качества угольной продукции при ее обороте на отечественном и международном рынках и подготовка предложений в план национальной стандартизации (заказчик – Министерство энергетики РФ), 2019 г.,

– Образование нано- и микроразмерной пыли при техногенных и природных воздействиях на угли разных генетических типов (заказчик – Российский научный фонд), 2018 – 2021 гг.,

– Определение содержания потенциально опасных и токсичных элементов в углях, в отходах их добычи и переработки на предприятиях филиала АО «СУЭК-Красноярск» «Разрез Бородинский имени М.И. Щадова» (заказчик - АО «СУЭК-Красноярск» «Разрез Бородинский имени М.И. Щадова»), 2019 г.,

– Изучение влияния криогенного выветривания на качество углей при их добыче, транспортировке и хранении в условиях Крайнего Севера (заказчик - Российский фонд фундаментальных исследований), 2018 – 2021 гг.

**Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2019 г.**

1. Разработана Методика измерений массовой доли общего фтора в топливе твердом сжиганием в калориметрической бомбе с последующим определением в растворе с помощью ион-селективного электрода. (Свидетельство об аттестации № 241.0209/RA.RU/311866/2019 выдано 03.10.2019 г. Федеральным государственным унитарным предприятием «Уральский научно-исследовательский институт метрологии», Государственный научный метрологический институт, Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)).

2. Разработаны 3 лабораторных регламента по определению потенциально опасных элементов в углях, продуктах их технологической переработки, отходах добычи и сжигания для предприятий АО «СУЭК».

3. Совместно с ФГУП «УНИИМ» разработан и внесен в государственный реестр СО набор стандартных образцов утвержденного типа (ГСО) состава угля бурого Павловского месторождения УБ-1СО МИСиС (партия №3).

4. Совместно с ФГУП «УНИИМ» разработан и внесен в государственный реестр СО набор стандартных образцов утвержденного типа (ГСО) железа в золе угля Березовского разреза.

5. Совместно с «УНИИМ» - филиалом ФГУП «ВНИИМ им Д.И. Менделеева» разработан и внесен в государственный реестр СО стандартный образец массовой доли общего фтора в угле каменном Кузнецкого бассейна (УК-1 СО МИСиС).

6. Проведены экспериментальные работы по определению материальных балансов сжигания углей на котельных установках предприятий АО «СУЭК-КУЗБАСС». Результаты работы позволили разработать рекомендации по снижению недожогов топлива и уносов потенциально опасных соединений.

7. Получены новые данные по распределению в углях Канско-Ачинского бассейна, вскрышных и вмещающих породах, а также в отходах сжигания углей макро и микроэлементов, определяющих безопасность использования углей, складирования и утилизации отходов.

8. Установлено, что склонность углей к окислению, их потенциальная выбросоопасность, а также различия в механических свойствах на нано- и микроуровне определяются нарушением углей, которая, в свою очередь, зависит от степени неоднородности структуры углей разных генотипов.

**Подготовка специалистов высшей квалификации**

В 2019 г. сотрудник подразделения, успешно окончивший аспирантуру, защитил диссертацию на соискание кандидата технических наук по специальности 25.00.36 «Геоэкология (горно-перерабатывающая промышленность)».

В 2019 г. аспирант подразделения успешно освоил программу научно-педагогических кадров в аспирантуре с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь». Защита диссертации планируется в мае 2020 г.

Проведено обучение специалистов АО «СУЭК-Красноярск», АО «СУЭК-Кузбасс» и АО «Разрез Березовский» по программе ДПО в рамках курса ««Нормативное и методическое обеспечение управления качеством и безопасностью углей и отходов их добычи и переработки».

**Основные публикации**

– Kossovich E.L., Borodich F.M., Epshtein S.A., Galanov B.A., Minin M.G., Prosina V.A. Mechanical, structural and scaling properties of coals: depth-sensing indentation studies. Applied Physics A: Materials Science and Processing. 2019. 125(3),195;

– Epshtein S.A., Kossovich E.L., Gavrilova D.I., Agarkov K.V. Effects of cyclic freeze-thawing of coals on their ability to oxidize. Gornyi Zhurnal. 2019. (7), с. 71-76;

– Epshtein S.A., Kossovich E.L., Minin M.G., Prosina V.A. Insights into fine particles formation by low-rank hard coals mechanical testing at low dimensional scales. Mining -Informational and Analytical Bulletin. 2019 (2), с. 69-77;

– Epshtein S.A., Gavrilova D.I., Zavelev I.G., Shamshin S.A., Yurin E.Yu. Application of polymer emulsion in dust emission control during coal haulage. Mining Informational and Analytical Bulletin. 2019(10), с. 5-15;

– Epshtein S.A., Nikitina I.M., Agarkov K.V., Nesterova V.G., Minaev V.I. Effects of cyclic freezing and thawing on coals quality indices. Mining Informational and Analytical Bulletin. 2019(6), с. 5-18;

– Kossovich E.L., Epshtein S.A., Borodich F.M., Dobryakova N.N., Prosina V.A. Connections between micro/nano scale heterogeneity of mechanical properties of coals and their propensity to outbursts and crushing. 2019. Mining Informational and Analytical Bulletin, 2019(5), p. 156-172;

– Epshtein S., Gavrilova D., Kossovich E., Nesterova V., Nikitina I., Fedorov S. Technologies of coatings employment for coals oxidation resistance improvement. AIMS Energy. 2019. 7(1), с. 20-30;

**Основные научно-технические показатели**

Количество публикаций:

– статей – 9, в том числе в российских научных журналах из списка ВАК – 9, в научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science и Scopus – 8;

– конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения – 6;

– количество защищенных кандидатских диссертаций – 1;

– количество аттестованных методик – 1;

– количество межгосударственных стандартов (первая редакция) – 5;

– количество национальных стандартов (первая редакция) – 3;

– количество единиц государственных стандартных образцов утвержденного типа -3.

**Контактные реквизиты лаборатории**

**Эпштейн Светлана Абрамовна** – зав. НУИЛ «Физико-химии углей», д-р техн. наук, старший научный сотрудник

**E-mail:** [apshtein@yandex.ru](mailto:apshtein@yandex.ru)

# ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИОННЫХ БИЗНЕС СИСТЕМ

## Нежурина Марина Игоревна

Директор института,  
кандидат технических наук, доцент



Институт информационных бизнес систем структурно состоит из трех кафедр – выпускающая кафедра «Системной и программной инженерии» и ассоциированные с ней базовые кафедры бизнес-заказчиков: базовая кафедра Информационные бизнес системы (ГК IBS), базовая кафедра Корпоративные системы управления (КГ «Борлас»).

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

### **Область и направления научных исследований:**

1. Системная и программная инженерия
2. Управление проектами
3. Аналитика и инженерия больших данных
4. Внедрение сложных информационных систем на основе интеграционных ИТ-решений
5. PLM- системы (управление жизненным циклом разработки сложных систем)

### **Кадровый потенциал института:**

В институте преподавателями работают 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., в том числе 1 доктор наук, 11 кандидатов наук, более 25 ведущих специалиста отрасли. В числе преподавателей – президент и вице-президент СОВНЕТ/РМА, заместители Генерального директора компаний, директор по развитию и целый ряд ключевых сертифицированных специалистов ТОПовых компаний различных отраслей.

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

Сотрудники института ИБС в 2019 принимали участие в 27 исследованиях в рамках НИР при выполнении хозяйственных и государственных контрактов компаний IBS и КГ «Борлас» в качестве экспертов и консультантов в проектах по внедрению информационных систем. Имеется 12 актов о внедрении, остальные НИР на сегодня в стадии исполнения.

В 2019 году исследования были направлены на создание моделей, алгоритмов, методов, принципов разработки и организации в области внедрения корпоративных информационных систем (КИС), систем планирования производства, интеграционных решений и систем документооборота, методик разработки КИС, взаимосвязи данных и систем, технологий адаптации стандартных бизнес-процессов под отраслевую специфику для задач оптимизации информационных процессов и ресурсов, построения и совершенствования систем управления предприятиями, интеграции бизнес-приложений с целью совершенствования и повышения эффективности функционирования информационных технологий, систем и ресурсов, улучшения на этой основе качества и эффективность управленческих решений.

Темы выполненных работ:

– Реинжиниринг процесса предоставления государственных услуг при внедрении платформы единого реестра населения

- Интеграция Oracle Transportation Management с системой по расчету тарифных ставок для железнодорожных перевозок
- Информационная модель мониторинга реализации государственных программ для информационной системы «Школы 2025»
- Методика проектирования информационной системы контроля доступа для предприятия энергетического комплекса
- Алгоритм комбинированного тестирования комплексных Информационных Систем
- Система автоматизации межведомственного взаимодействия для исполнения социальных финансовых обязательств государственным Фондом в рамках цифровизации здравоохранения
- Методика управления инцидентами в рамках работы службы ИТ поддержки функциональной подсистемы ведения реестров и лицензирования деятельности некредитных финансовых организаций
- Алгоритм автоматизированной обработки обращений в процессе сопровождения государственной автоматизированной системы «Управление»
- Методика повышения отказоустойчивости центра обработки данных с помощью FMEA-анализа
- Автоматизированная система поддержки процесса разработки проектных решений в области информационной безопасности для крупной ИТ-компании
- Имитационная модель функционирования офиса управления проектами
- Методика оценки рисков проектов по технической поддержке ИТ-инфраструктуры.

В рамках реализации научно-исследовательского проекта по заказу Департамента анализа данных и моделирования ПАО «НЛМК» были выполнены работы по исследованию применимости методов математического моделирования для выявления корневых причин образования дефектов «плена» и «раскатанная трещина», образующихся в ходе выплавки стали. В результате проекта определён потенциал повышения эффективности производства стали за счет выявления корневых причин дефектов «плена» и «раскатанная трещина» и выработаны предварительные рекомендации, позволяющие снизить количество данных дефектов, сформулированы направления и содержание последующих исследований. На основе материалов данного исследования была написана выпускная квалификационная работа магистра.

#### **Основные научно-технические показатели**

За истекший год сотрудники института по результатам НИР опубликовали 2 монографии, 4 книги, 21 статью.

#### **Основные публикации**

##### **Монографии**

1. М.В. Белов, Д.А. Новиков *Модели технологий* / Монография – Москва: URSS: ЛЕНАНД, 2019. – 160 с.
2. М.В. Белов, Д. А. Новиков *Управление жизненными циклами организационно-технических систем* / Монография; Российская академия наук, Институт проблем управления (ИПУ РАН). – Москва: URSS: ЛЕНАНД, 2019. – 380 с.

##### **Книги, учебники**

1. M. Belov, D. Novikov *Methodological Foundations of the Digital Economy // Big Data-driven World: Legislation Issues and Control Technologies*. Springer, 2019. – P. 3-14.
2. M. Belov, D. Novikov *Reflexive models of complex activity // Cybernetics and Systems / Sergio Barile (Ed.), Raul Espejo (Ed.), Igor Perko (Ed.), Marialuisa Saviano (Ed.) - London: Routledge, 2019. – P. 535-540.*
3. Информационные технологии в офисной деятельности: учеб.-метод. пособие / Н.А. Акатова, О.И. Варгасова. – М. : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. 236 с
4. Управление проектами в современной организации: учебно-метод. пособие / Г. Л. Ципес, А. С. Товб, М. И. Нежурина, М. Г. Коротких – М. : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», – 263с. :

##### **Статьи в рецензируемых журналах**

5. Belov, M.V., Novikov, D.A. *Network Active Systems: Models of Planning and Incentives*. Autom Remote Control 80, 2229–2244 (2019) doi:10.1134/S0005117919120117

6. Белов М.И., Шахмурадян М.А. Совершенствование бизнес-процессов фармацевтического предприятия на этапе доклинической разработки лекарственного средства // Бизнес-информатика. 2019. Т. 13. № 4. С. 17–27. DOI: 10.17323/1998-0663.2019.4.17.27
7. Белов, М.В. Согласованное управление многоэлементными динамическими организационными системами. Динамическая организационная система в составе одного центра и множества агентов / Проблемы управления. - 2019. В печати.
8. Белов, М.В. Согласованное управление многоэлементными динамическими организационными системами. Многоуровневая динамическая организационная система / Проблемы управления. - 2019. В печати.
9. Белов, М.В. *Статистические модели процессов приёма и увольнения сотрудников / Управление большими системами.* – 2019. - Выпуск 77. - С. 85 - 124.
10. Белов, М.В., Д.А. Новиков *Модели разработки и освоения технологии комплексной деятельности / Управление большими системами.* – 2019. - Выпуск 77. - С.171 -218.
11. М.В. Белов, Д.А. Новиков *Модели управления технологией комплексной деятельности / Управление большими системами.* – 2019. - Выпуск 78. С. 174 - 220.
12. М.В. Белов, Д.А. Новиков, А.Д. Рогаткин *Оценки кривых научения / Управление большими системами.* – 2019. - Выпуск 82. - С.6 -27.
13. Belov A.V., Al Adel A. Performance optimization algorithm of a distributed database with a hierarchical network topology, Actual Problems of System and Software Engineering// Conference Paper “Proceedings of the 6th International Conference Actual Problems of System and Software Engineering.” Moscow, Russia, 12-14 November, 2019: Vol.2514 – CEUR Workshop Proceedings, 2019. – 457 P. P. 301-307. (WoS/Scopus)
14. Belov A.V., Novikova T.D. The application of the CLOPE algorithm for clustering a set of the network packets// Conference Paper “Journal of Physics: Conference Series, 2019, Q3 Physics and Astronomy (miscellaneous)”, 0,447, DOI 10.1088/1742-6596/1163/1/012071, WOS:000471139000071 (WoS/Scopus)
15. Belov A.V., Ulaeva E. The Neural Network Simulation of Instance-Aware Semantic Image Segmentation System//Conference Paper “Proceedings of the 2019 IEEE International Conference “Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies” (IT&QM&IS)@ ISBN 978-1-7281-2595-4. P. 230-234. (WoS/Scopus)
16. Chukreev K., Lancrin C. Cells in transition: Endothelial to Mesenchymal Transition and Endothelial to Hematopoietic Transition//Ревью научной статьи «The Royal Society Open Biology, Q1»
17. Chukreev K., Lancrin C., Pavlovich P., Buness A. Single-cell transcriptomics analysis of AGM and yolk sac embryonic hematopoietic tissues sheds light on the requirements for blood cell development.// Ревью научной статьи «Nature Communications, Q1»
18. Dyumin A.A. Cherepanova A.D., Petrova A.I., Voznenko T.I., Gridnev A.A., Chepin E.V. The Research of Distracting Factors Influence on Quality of Brain-Computer Interface Usage// Conference Paper “Advances in Intelligent Systems and Computing”, 2019 Vol. 848, Q4 pp. 44-49 (WoS/Scopus)
19. Dyumin A.A. Kudryavtsev K.Y., Cherepanov A.V., Voznenko T.I., Gridnev A.A., Chepin E.V. The Method of Statistical Estimation of the Minimum Number of Tests for Reliable Evaluation of the Robotic Multi-channel Control Systems Quality // Conference Paper “Advances in Intelligent Systems and Computing”, 2019 Vol. 848, Q4 pp. 203-208(WoS/Scopus)
20. Muchamedov B., Palonen H., Ponomareva A.V., Pálsson G.K., Abrikosov I.A., Hjörvarsson B. The magnetization profile induced by the double magnetic proximity effect in an Fe/Fe<sub>0.30</sub>V<sub>0.70</sub> superlattice // Статья в журнале «Applied Physics Letters» (2019), (Q1, IF = 3.521), 5 стр, (WoS/Scopus)
21. Muchamedov B., Saenko I. Ponomareva A.V., Kriegel M.J., Chugreev A., Udovsky A., Fabricnaya O., Abrikosov I.A. Thermodynamic and physical properties of Zr<sub>3</sub>Fe and ZrFe<sub>2</sub> intermetallic compounds// Статья в журнале «Intermetallics» (2019), (Q1, IF = 3.353), 8 стр, (WoS/Scopus)
22. Nezhurina M.I., Kumar, S. Sentiment Analysis on Tweets for Trains Using Machine Learning// Conference Paper “Springer Nature, Advances in Intelligent Systems and Computing”, 2019 г. 942, с. 94-104 (Scopus)
23. Tovb A., Osmakov V., Pastukhov V., Tsipes G. Efficiency and effectiveness evaluation of project-oriented activities in the Ministry of industry and trade Russia. // Advances in Economics,

Business and Management Research, volume 108. Proceedings of the 5th IPMA SENET Project Management Conference (SENET 2019), Atlantis Press, 2019, pp.9-15 (WoS/Scopus)

24. Силантьев А.Ю., Акатова Н.А. Квантование социальных энергий. // Информационные войны. N 2(50), 2019. С. 23-26 (6 с.) (<https://elibrary.ru/item.asp?id=38027435>, РИНЦ, ВАК, РАН)

25. Силантьев А.Ю., Акатова Н.А. Мировые ментально-экономические группы, 2018 г. // Информационные войны. N 1(49), 2019 (<https://elibrary.ru/item.asp?id=37170922>, РИНЦ, ВАК, РАН), 8 с.

**Контакты**

**Нежурина Марина Игоревна** – директор института, канд. техн. наук, доц.

**Тел.:** (495) 959-46-01

**Адрес:** Малый Толмачевский переулок, д. 8/11, стр. 3, офис 101

**E-mail:** [iibs@misis.ru](mailto:iibs@misis.ru)

# НАУЧНЫЙ КОМПЛЕКС

## ЛАБОРАТОРИЯ «БИМЕДИЦИНСКИЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ»

**Абакумов Максим Артемович**

Заведующий лабораторией,  
кандидат химических наук



Лаборатория «Биомедицинские наноматериалы» была основана в 2014 году в рамках реализации программы повышения конкурентоспособности университета (Проект 5-100) на базе НИТУ «МИСиС». Деятельность лаборатории направлена на развитие и реализацию новых подходов к синтезу функциональных магнитных наноматериалов биомедицинского назначения.

Научно-исследовательская деятельность лаборатории направлена на развитие и реализацию новых подходов к синтезу бифункциональных магнитных наноматериалов, установление закономерностей структура/строение – магнитные свойства, с целью обоснования их применения для биомедицинских приложений. Предполагается создание модели препаратов для лечения рака различной этиологии, модифицированных инновационными противоопухолевыми препаратами. Одной из задач деятельности лаборатории является получение и коммерциализация серии адресных контрастных агентов для МРТ диагностики онкологических патологий. С фундаментальной точки зрения исследуется механизм влияния переменных магнитных полей на биохимические сценарии процессов, протекающих в живом организме.

Инфраструктура лаборатории позволяет проводить комплексные исследования наногибридных материалов, включающие химический синтез и изучение физико-химических свойств. Впервые на базе НИТУ «МИСиС» созданы условия для биологических исследований наногибридных материалов.

Исследования лаборатории носят международный характер, ведется активное сотрудничество с Ноттингемским университетом (Великобритания), Центром наномедицины и доставки лекарств медицинского центра университета Небраски (США), Университетом штата Северная Каролина (США), Массачусетским институтом технологии (MIT, США), Университетом Дуйсбург-Эссен (Германия).

### **Основные направления научных работ 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 работают четыре профессора, четыре доктора наук, тринадцать кандидатов наук, семь аспирантов и двадцать студентов, из них: один доктор химических наук, два доктора биологических наук, пять кандидатов химических наук, три кандидата биологических наук, один кандидат технических наук, два кандидата физико-математических наук, два кандидата медицинских наук.

### **Общий объем финансирования научно-исследовательских работ:**

Научно-исследовательская деятельность лаборатории «Биомедицинские наноматериалы» поддержана грантом в целях реализации Программы повышения конкурентоспособности НИТУ «МИСиС» среди ведущих мировых научно-образовательных центров в рамках Соглашения № 02.А03.21.004 между Министерством образования и науки Российской Федерации и федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», отобранным по результатам конкурса на предоставление государственной поддержки ведущим университетам Российской Федерации в целях повышения их конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров от 27 августа 2013 г.

### **Выполнение хоздоговорных и бюджетных работ**

Успешно выполнены работы по заданию Министерства образования и науки РФ в рамках, а также Российского Фонда Фундаментальных Исследований:

- 1) ФЦП № 14.578.21.0201 «Разработка платформенной технологии доставки терапевтических миРНК в печень»;
- 2) РФФИ № 15-29-01156 «Конструкции на основе ИК-фотосенсибилизаторов и наночастиц металлов для комбинированных методов терапии в онкологии»

Активно ведутся работы по продолжающимся в 2020 г. грантам РФФИ

1. № 17-53-560025 «Разработка лекарственных агентов на основе наноструктурированных мультиферроиков для гипертермии и терапии злокачественных опухолей»;
2. № 18-29-09061 «Разработка *in vitro* и *in vivo* модельных систем для оценки эффективности репрограммирования опухолевых макрофагов с помощью наноформулированных иммунопрепаратов»;
3. № 19-03-00738 «Воздействие переменного низкочастотного магнитного поля на магнитные наночастицы: экспериментальные исследования магнитомеханических сил и энергии»

Кроме того, сотрудники лаборатории активно участвуют в работах, выполняемых другими подразделениями и институтами.

### **Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2018 г.**

В период с 2018 по 2020 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 АроВ 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.

### Подготовка специалистов высшей квалификации

В период с 2018 по 2020 гг. лаборатория подготовила десять магистров и одного кандидата наук.

#### Основные публикации за 2018-2020 гг.

1. Garanina, A.S., Naumenko, V.A., Nikitin, A.A., Myrovali, E., Petukhova, A.Y., Klimyuk, S.V., Nalench, Y.A., Ilyasov, A.R., Vodopyanov, S.S., Erofeev, A.S., Gorelkin, P.V., Angelakeris, M., Savchenko, A.G., Wiedwald, U., Majouga Dr, A.G., Abakumov, M.A. Temperature-controlled magnetic nanoparticles hyperthermia inhibits primary tumor growth and metastases dissemination (2020) *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine*, 25, статья № 102171, DOI: 10.1016/j.nano.2020.102171
2. Naumenko, V., Nikitin, A., Garanina, A., Melnikov, P., Vodopyanov, S., Kapitanova, K., Potashnikova, D., Vishnevskiy, D., Alieva, I., Ilyasov, A., Eletskaia, B.Z., Abakumov, M., Chekhonin, V., Majouga, A. Neutrophil-mediated transport is crucial for delivery of short-circulating magnetic nanoparticles to tumors (2020) *Acta Biomaterialia*, 104, pp. 176-187. DOI: 10.1016/j.actbio.2020.01.011
3. Gabbasov, R., Yurenaya, A., Cherepanov, V., Polikarpov, M., Chuev, M., Nikitin, A., Abakumov, M., Panchenko, V. Synthesis and Mössbauer study of anomalous magnetic behavior of Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanoparticle-montmorillonite nanocomposites (2019) *Hyperfine Interactions*, 241 (1), статья № 18, DOI: 10.1007/s10751-019-1677-5
4. Naumenko, V.A., Vlasova, K.Y., Garanina, A.S., Melnikov, P.A., Potashnikova, D.M., Vishnevskiy, D.A., Vodopyanov, S.S., Chekhonin, V.P., Abakumov, M.A., Majouga, A.G. Extravasating Neutrophils Open Vascular Barrier and Improve Liposomes Delivery to Tumors (2019) *ACS Nano*, 13 (11), pp. 12599-12612. DOI: 10.1021/acsnano.9b03848
5. Demin, A.M., Nizamov, T.R., Pershina, A.G., Mekhaev, A.V., Uimin, M.A., Minin, A.S., Zakharova, A.A., Krasnov, V.P., Abakumov, M.A., Zhukov, D.G., Savchenko, A.G., Schetinina, I.V., Majouga, A.G. Immobilization of a pH-low insertion peptide onto SiO<sub>2</sub>/aminosilane-coated magnetite nanoparticles (2019) *Mendelevov Communications*, 29 (6), pp. 631-634. DOI: 10.1016/j.mencom.2019.11.008
6. Naumenko, V., Nikitin, A., Kapitanova, K., Melnikov, P., Vodopyanov, S., Garanina, A., Valikhov, M., Ilyasov, A., Vishnevskiy, D., Markov, A., Golyshev, S., Zhukov, D., Alieva, I., Abakumov, M., Chekhonin, V., Majouga, A. Intravital microscopy reveals a novel mechanism of nanoparticles excretion in kidney (2019) *Journal of Controlled Release*, 307, pp. 368-378. DOI: 10.1016/j.jconrel.2019.06.026
7. Voronova, A.D., Stepanova, O.V., Valikhov, M.P., Chadin, A.V., Semkina, A.S., Abakumov, M.A., Reshetov, I.V., Chekhonin, V.P. Comparison of the Efficiency of Transplantation of Rat and Human Olfactory Ensheathing Cells in Posttraumatic Cysts of the Spinal Cord (2019) *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, 167 (4), pp. 536-540. DOI: 10.1007/s10517-019-04568-z
8. Drevet, R., Zhukova, Y., Dubinskiy, S., Kazakbiev, A., Naumenko, V., Abakumov, M., Fauré, J., Benhayoune, H., Prokoshkin, S. Electrodeposition of cobalt-substituted calcium phosphate coatings on Ti<sub>22</sub>Nb<sub>6</sub>Zr alloy for bone implant applications (2019) *Journal of Alloys and Compounds*, 793, pp. 576-582. DOI: 10.1016/j.jallcom.2019.04.180
9. Kapitanova, K.S., Naumenko, V.A., Garanina, A.S., Melnikov, P.A., Abakumov, M.A., Alieva, I.B. Advances and Challenges of Nanoparticle-Based Macrophage Reprogramming for Cancer Immunotherapy (2019) *Biochemistry (Moscow)*, 84 (7), pp. 729-745. DOI: 10.1134/S0006297919070058
10. Abakumov, M.A., Ternovoi, S.K., Mazhuga, A.G., Chekhonin, V.P., Demikhov, E.I., Pistrak, A.G., Konstantinov, M.V., Dmitriev, D.M., Myshkinis, B.Y. Contrast Agents Based on Iron Oxide Nanoparticles for Clinical Magnetic Resonance Imaging (2019) *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, 167 (2), pp. 272-274. DOI: 10.1007/s10517-019-04507-y
11. Abakumov, M., Kilpeläinen, A., Petkov, S., Belikov, S., Klyachko, N., Chekhonin, V., Isaguliant, M. Evaluation of cyclic luciferin as a substrate for luminescence measurements in in vitro and in vivo applications (2019) *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 513 (3), pp. 535-539. DOI: 10.1016/j.bbrc.2019.04.006

12. Vodopyanov, S.S., Kunin, M.A., Garanina, A.S., Grinenko, N.F., Vlasova, K.Y., Mel'nikov, P.A., Chekhonin, V.P., Sukhinich, K.K., Makarov, A.V., Naumenko, V.A., Abakumov, M.A., Majouga, A.G. Preparation and Testing of Cells Expressing Fluorescent Proteins for Intravital Imaging of Tumor Microenvironment (2019) *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, 167 (1), pp. 123-130. DOI: 10.1007/s10517-019-04475-3

13. Chekhonin, V.P., Abakumov, M.A., Mazhuga, A.G., Bagdinova, A.N., Demikhov, E.I., Demikhov, T.E., Mishkinis, B.Y., Konstantinov, M.V., Tarasov, V.P., Shumm, B.A., Gippius, A.A., Gervits, N.V., Shumm, A.B. Relaxation Properties of Contrast Media for MRI Based on Iron Oxide Nanoparticles in Different Magnetic Fields (2019) *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, 167 (1), pp. 97-99. DOI: 10.1007/s10517-019-04469-1

14. Ostroverkhov, P., Semkina, A., Nikitin, A., Smirnov, A., Vedenyapina, D., Vlasova, K., Kireev, I., Grin, M., Chekhonin, V., Majouga, A., Abakumov, M. Human serum albumin as an effective coating for hydrophobic photosensitizers immobilization on magnetic nanoparticles (2019) *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 475, pp. 108-114. DOI: 10.1016/j.jmmm.2018.10.135

15. Ostroverkhov, P.V., Semkina, A.S., Naumenko, V.A., Plotnikova, E.A., Melnikov, P.A., Abakumova, T.O., Yakubovskaya, R.I., Mironov, A.F., Vodopyanov, S.S., Abakumov, A.M., Majouga, A.G., Grin, M.A., Chekhonin, V.P., Abakumov, M.A. Synthesis and characterization of bacteriochlorin loaded magnetic nanoparticles (MNP) for personalized MRI guided photosensitizers delivery to tumor (2019) *Journal of Colloid and Interface Science*, 537, pp. 132-141. DOI: 10.1016/j.jcis.2018.10.087

16. Nikitin, A., Khrantsov, M., Garanina, A., Mogilnikov, P., Sviridenkova, N., Shchetinin, I., Savchenko, A., Abakumov, M., Majouga, A. Synthesis of iron oxide nanorods for enhanced magnetic hyperthermia (2019) *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 469, pp. 443-449. DOI: 10.1016/j.jmmm.2018.09.014

17. Kotlobay, A.A., Sarkisyan, K.S., Mokrushina, Y.A., Marcet-Houben, M., Serebrovskaya, E.O., Markina, N.M., Somermeyer, L.G., Gorokhovatsky, A.Y., Vvedensky, A., Purtov, K.V., Petushkov, V.N., Rodionova, N.S., Chepurnyh, T.V., Fakhranurova, L.I., Guglya, E.B., Ziganshin, R., Tsarkova, A.S., Kaskova, Z.M., Shender, V., Abakumov, M., Abakumova, T.O., Povolotskaya, I.S., Eroshkin, F.M., Zaraisky, A.G., Mishin, A.S., Dolgov, S.V., Mitiouchkina, T.Y., Kopantzev, E.P., Waldenmaier, H.E., Oliveira, A.G., Oba, Y., Barsova, E., Bogdanova, E.A., Gabaldón, T., Stevani, C.V., Lukyanov, S., Smirnov, I.V., Gitelson, J.I., Kondrashov, F.A., Yampolsky, I.V. Genetically encodable bioluminescent system from fungi (2018) *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115 (50), pp. 12728-12732. DOI: 10.1073/pnas.1803615115

18. Abakumov, M.A., Semkina, A.S., Skorikov, A.S., Vishnevskiy, D.A., Ivanova, A.V., Mironova, E., Davydova, G.A., Majouga, A.G., Chekhonin, V.P. Toxicity of iron oxide nanoparticles: Size and coating effects (2018) *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology*, 32 (12), статья № e22225, DOI: 10.1002/jbt.22225

19. Ostroverkhov, P., Semkina, A., Naumenko, V., Plotnikova, E., Yakubovskaya, R., Vodopyanov, S., Abakumov, A., Majouga, A., Grin, M., Chekhonin, V., Abakumov, M. HSA-coated magnetic nanoparticles for mri-guided photodynamic cancer therapy (2018) *Pharmaceutics*, 10 (4), статья № 284, DOI: 10.3390/pharmaceutics10040284

20. Latanova, A.A., Petkov, S., Kilpelainen, A., Jansons, J., Latyshev, O.E., Kuzmenko, Y.V., Hinkula, J., Abakumov, M.A., Valuev-Elliston, V.T., Gomelsky, M., Karpov, V.L., Chiodi, F., Wahren, B., Logunov, D.Y., Starodubova, E.S., Isaguliant, M.G. Codon optimization and improved delivery/immunization regimen enhance the immune response against wild-Type and drug-resistant HIV-1 reverse transcriptase, preserving its Th2-polarity (2018) *Scientific Reports*, 8 (1), статья № 8078, DOI: 10.1038/s41598-018-26281-z

21. Efremova, M.V., Naumenko, V.A., Spasova, M., Garanina, A.S., Abakumov, M.A., Blokhina, A.D., Melnikov, P.A., Prelovskaya, A.O., Heidelmann, M., Li, Z.-A., Ma, Z., Shchetinin, I.V., Golovin, Y.I., Kireev, I.I., Savchenko, A.G., Chekhonin, V.P., Klyachko, N.L., Farle, M., Majouga, A.G., Wiedwald, U. Magnetite-Gold nanohybrids as ideal all-in-one platforms for theranostics (2018) *Scientific Reports*, 8 (1), статья № 11295, DOI: 10.1038/s41598-018-29618-w

22. Voronova, A.D., Valikhov, M.P., Stepanova, O.V., Mel'nikov, P.A., Chadin, A.V., Sidoruk, K.N., Semkina, A.S., Abakumov, M.A., Reshetov, I.V., Chekhonin, V.P. Survival and Migration of Rat

Olfactory Ensheathing Cells after Transplantation into Posttraumatic Cysts in the Spinal Cord (2018) *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, 166 (1), pp. 118-123. DOI: 10.1007/s10517-018-4299-z

23. Anpilov, A.M., Arutyunyan, N.R., Barkhudarov, E.M., Belashov, I.V., Bolshakov, A.P., Borisenko, M.A., Ivanov, V.A., Kossyi, I.A., Lukina, N.A., Milovich, P.O., Sedov, V.S., Abakumov, M.A., Sergeichev, K.F. Nanocarbon colloid produced by electro-spark discharge in ethanol for seeding the substrates in MPACVD synthesis of polycrystalline diamond films (2018) *Journal of Physics: Conference Series*, 1094 (1), статья № 012030, DOI: 10.1088/1742-6596/1094/1/012030

24. Nguyen, T.L., Nizamov, T.R., Abakumov, M.A., Shchetinin, I.V., Savchenko, A.G., Majouga, A.G. Effect of Magnetite Nanoparticle Morphology on the Parameters of MRI Relaxivity (2018) *Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics*, 82 (9), pp. 1214-1221. DOI: 10.3103/S1062873818090150

25. Semkina, A.S., Abakumov, M.A., Skorikov, A.S., Abakumova, T.O., Melnikov, P.A., Grinenko, N.F., Cherepanov, S.A., Vishnevskiy, D.A., Naumenko, V.A., Ionova, K.P., Majouga, A.G., Chekhonin, V.P. Multimodal doxorubicin loaded magnetic nanoparticles for VEGF targeted theranostics of breast cancer (2018) *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine*, 14 (5), pp. 1733-1742. DOI: 10.1016/j.nano.2018.04.019

26. Nikitin, A.A., Khramtsov, M.A., Savchenko, A.G., Abakumov, M.A., Mazhuga, A.G. Anisotropic Iron-Oxide Nanoparticles for Diagnostic MRI: Synthesis and Contrast Properties (2018) *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 52 (3), pp. 231-235. DOI: 10.1007/s11094-018-1796-3

27. Omelyanchik, A., Levada, E., Ding, J., Lendinez, S., Pearson, J., Efremova, M., Bessalova, V., Karpenkov, D., Semenova, E., Khlusov, I., Litvinova, L., Abakumov, M., Majouga, A., Perov, N., Novosad, V., Rodionova, V. Design of Conductive Microwire Systems for Manipulation of Biological Cells (2018) *IEEE Transactions on Magnetics*, 54 (6), статья № 5400405, DOI: 10.1109/TMAG.2018.2819823

28. Stepanova, O.V., Voronova, A.D., Chadin, A.V., Valikhov, M.P., Abakumov, M.A., Reshetov, I.V., Chekhonin, V.P. Isolation of Rat Olfactory Ensheathing Cells and Their Use in the Therapy of Posttraumatic Cysts of the Spinal Cord (2018) *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, 165 (1), pp. 132-135. DOI: 10.1007/s10517-018-4114-x

29. Nikitin, A.A., Shchetinin, I.V., Tabachkova, N.Y., Soldatov, M.A., Soldatov, A.V., Sviridenkova, N.V., Beloglazkina, E.K., Savchenko, A.G., Fedorova, N.D., Abakumov, M.A., Majouga, A.G. Synthesis of Iron Oxide Nanoclusters by Thermal Decomposition (2018) *Langmuir*, 34 (15), pp. 4640-4650. DOI: 10.1021/acs.langmuir.8b00753

30. Nizamov, T.R., Garanina, A.S., Grebennikov, I.S., Zhironkina, O.A., Strelkova, O.S., Alieva, I.B., Kireev, I.I., Abakumov, M.A., Savchenko, A.G., Majouga, A.G. Effect of Iron Oxide Nanoparticle Shape on Doxorubicin Drug Delivery Toward LNCaP and PC-3 Cell Lines (2018) *BioNanoScience*, 8 (1), pp. 394-406. DOI: 10.1007/s12668-018-0502-y

31. Nukolova, N.V., Aleksashkin, A.D., Abakumova, T.O., Morozova, A.Y., Gubskiy, I.L., Kirzhanova, E.A., Abakumov, M.A., Chekhonin, V.P., Klyachko, N.L., Kabanov, A.V. Multilayer polyion complex nanoformulations of superoxide dismutase 1 for acute spinal cord injury (2018) *Journal of Controlled Release*, 270, pp. 226-236. DOI: 10.1016/j.jconrel.2017.11.044

32. Zhang, C., Chen, K., Han, X., Fu, J., Douglas, P., Morozova, A.Y., Abakumov, M.A., Gubsky, I.L., Li, D., Guo, J., Zhang, X., Wang, G., Chekhonin, V.P. Diffusion tensor imaging in diagnosis of post-traumatic syringomyelia in spinal cord injury in rats (2018) *Medical Science Monitor*, 24, pp. 177-182. DOI: 10.12659/MSM.907955

33. Abakumov, M.A., Prelovskaya, A.O., Ternovoy, S.K., Demikhov, E.I., Majouga, A.G., Chekhonin, V.P. Preclinical studies of effectiveness and safety of iron oxide nanoparticles based MRI contrast agent for tumor diagnostics (2018) *Russian Electronic Journal of Radiology*, 8 (4), pp. 237-241. DOI: 10.21569/2222-7415-2018-8-4-237-241

34. Naumenko, V.A., Garanina, A.S., Vodopyanov, S.S., Nikitin, A.A., Prelovskaya, A.O., Demikhov, E.I., Abakumov, M.A., Majouga, A.G., Chekhonin, V.P. Magnetic resonance imaging for predicting personalized antitumor nanomedicine efficacy (2018) *Bulletin of Russian State Medical University*, 7 (6), pp. 21-24. DOI: 10.24075/brsmu.2018.086

35. Uvarova, V.I., Nizamov, T.R., Abakumov, M.A., Vodopyanov, S.S., Abakumova, T.O., Saltykova, I.V., Mogilnikov, P.S., Shchetinin, I.V., Majouga, A.G. Lipidoid iron oxide nanoparticles are a platform for nucleic acid delivery to the liver (2018) Bulletin of Russian State Medical University, 7 (6), pp. 40-48. DOI: 10.24075/brsmu.2018.080

36. Nikitin, A.A., Naumenko, V.A., Vodopyanov, S.S., Garanina, A.S., Fedorova, N.D., Kalabay, E.D., Savchenko, A.G., Abakumov, M.A., Majouga, A.G. Study of the contrasting effectiveness of various tumors types using cubic magnetite nanoparticles (2018) Bulletin of Siberian Medicine, 17 (1), pp. 139-148.

37. Lipengolts, A.A., Vorobyeva, E.S., Cherepanov, A.A., Abakumov, M.A., Abakumova, T.O., Smirnova, A.V., Finogenova, Yu.A., Grigorieva, E.Yu., Sheino, I.N., Kulakov, V.N. Evaluation of absorbed dose distribution in melanoma B16F10 during contrast enhanced radiotherapy with intratumoral administration of dose-enhancing agent (2018) Bulletin of Russian State Medical University, 7 (5), pp. 60-64. DOI: 10.24075/brsmu.2018.062

38. Gordeychuk, I.V., Tukhvatulin, A.I., Petkov, S.P., Abakumov, M.A., Gulyaev, S.A., Tukhvatulina, N.M., Gulyaeva, T.V., Mikhaylov, M.I., Logunov, D.Y., Isagulians, M.G. Assessment of the parameters of adaptive cell-mediated immunity in Naïve common marmosets (*Callithrix jacchus*) (2018) Acta Naturae, 10 (4), pp. 63-69. DOI: 10.32607/20758251-2018-10-4-63-69

39. Naumenko, V., Garanina, A., Nikitin, A., Vodopyanov, S., Vorobyeva, N., Tsareva, Y., Kunin, M., Ilyasov, A., Semkina, A., Chekhonin, V., Abakumov, M., Majouga, A. Biodistribution and Tumors MRI Contrast Enhancement of Magnetic Nanocubes, Nanoclusters, and Nanorods in Multiple Mice Models (2018) Contrast media & molecular imaging, 2018, p. 8264208. DOI: 10.1155/2018/8264208

40. Efremova, M.V., Nalench, Y.A., Myrovali, E., Garanina, A.S., Grebennikov, I.S., Gifer, P.K., Abakumov, M.A., Spasova, M., Angelakeris, M., Savchenko, A.G., Farle, M., Klyachko, N.L., Majouga, A.G., Wiedwald, U. Size-selected Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-Au hybrid nanoparticles for improved magnetism-based theranostics (2018) Beilstein Journal of Nanotechnology, 9 (1), pp. 2684-2699. DOI: 10.3762/bjnano.9.251

#### Основные научно-технические показатели

Количество публикаций статей – 30, в том числе, индексируемых в базе данных Web of Science – 28;

Количество объектов интеллектуальной собственности: 5 заявок на патент:

– «Способ получения модифицированных кристаллов магнетита», Мажуга А.Г., Абакумов М.А., Низамов Т.Р., Уварова В.И.

– «Способ обратимого ингибирования в опухолевых клетках гепатоцеллюлярной карциномы экспрессии гена, кодирующего синтез аполипопротеина В», Мажуга А.Г., Абакумов М.А., Низамов Т.Р., Уварова В.И.

– «Способ обратимого ингибирования в опухолевых клетках гепатоцеллюлярной карциномы экспрессии гена, кодирующего синтез аполипопротеина В» Мажуга А.Г., Абакумов М.А., Низамов Т.Р., Уварова В.И.

– «Способ лечения онкологических заболеваний с помощью инъекций лекарственного препарата» Мажуга А.Г., Абакумов М.А., Наumenko В.А., Власова К.Ю., Водопьянов С.С.

Количество конференций в которых участвовали сотрудники лаборатории – 8;

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».

#### Контакты

**Абакумов Максим Артемович** – заведующий лабораторией, канд. хим. наук

**Тел/факс:** +7 (495) 638-44-65

**E-mail:** abakumov1988@gmail.com

**Сайт:** www.biomednanolab.com

## ЛАБОРАТОРИЯ «СВЕРХПРОВОДЯЩИЕ МЕТАМАТЕРИАЛЫ»

**Устинов Алексей Валентинович**

Заведующий лабораторией,  
доктор физико-математических 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 лаборатории:** 6 докторов наук, 15 кандидатов наук, 8 аспирантов, 9 студентов, 4 инженера, 1 ВКР.

### **Общий объем финансирования научно-исследовательских работ**

Общий объем финансирования проводимых исследований в 2019 году составил 182,5 млн. руб., в том числе 112,6 млн. руб. на развитие приборной базы лаборатории.

### **Наиболее крупные проекты, выполненные в 2019 году**

– Составная часть проекта Фонда перспективных исследований «Создание технологии обработки информации на сверхпроводящих кубитах» (3 этап);

– «Квантовые метаматериалы на основе сверхпроводниковых кубитов», грант Российского научного фонда № 16-12-00095 (продление на 2019-2020 гг.);

– «Квантовая динамика Джозефсоновских вихрей», грант Российского научного фонда № 19-42-04137, реализуемый совместно с научным коллективом физического факультета Технологического института Карлсруэ, Германия (1 этап);

– «Матричный сверхпроводящий сенсор с высокочастотным считыванием», грант Российского Научного Фонда № 17-19-01786 (3 этап);

– «Сверхпроводящие схемы и компоненты для квантовой обработки информации», проект в рамках программы повышения конкурентоспособности НИТУ «МИСиС»;

### **Важнейшие научно-технические достижения лаборатории в 2019 году**

Одним из важнейших достижений лаборатории в 2019 году стала реализация квантового алгоритма Гровера на сверхпроводниковых кубитах. Успешный эксперимент был проведен на созданном ранее прототипе элементарного квантового сверхпроводникового процессора. Исследования проводились на базе научного консорциума российских организаций – НИТУ «МИСиС», МФТИ, НГТУ, МГТУ, ИФТТ РАН и ФГУП «ВНИИА», объединенных с целью формирования научно-технического и технологического задела в области создания квантовых компьютеров и систем квантового моделирования свойств материалов в рамках проекта Фонда перспективных исследований, Госкорпорации «Росатом» и Минобрнауки (2016-2019 гг.). В рамках проекта была разработана технология создания сверхпроводящих двухкубитных схем (прототипа отечественного квантового компьютера) и продемонстрированы однокубитные и двухкубитные операции, позволяющие создавать квантовую запутанность и в перспективе реализовывать любой квантовый алгоритм. Точность однокубитных операций превысила 99 %.

точность двухкубитных – 80 %, что позволило продемонстрировать на двухкубитной схеме квантовый алгоритм Гровера – решение задачи перебора. Алгоритм Гровера может стать основой для создания сверхбыстрых баз данных, работающих с огромными массивами данных и способных в считанные мгновения находить в них нужную информацию.

Вторым немаловажным достижением лаборатории стала разработка схемы на основе кубита-флакониума с супериндуктивностью из гранулированного алюминия. В настоящее время сверхпроводниковые прототипы квантового компьютера преимущественно используют микроволновые схемы с относительно низким характеристическим импедансом (порядка 100 Ом) и малой нелинейностью, что может быть причиной ограничения времени их когерентности и точности выполнения логических операций. Многообещающей альтернативой являются схемы с индуктивностями, импеданс которых достигает 6,4 кОм – так называемыми супериндуктивностями. Однако, предыдущее поколение супериндуктивностей – массив джозевсоновских контактов – может внести в систему нежелательную нелинейность или паразитные резонансные моды вблизи частоты кубита, что неизбежно приводит к уменьшению времени когерентности. Для решения этих затруднений мы использовали супериндуктивностью из гранулированного алюминия и встроили ее в кубит флакониум. Времена жизни такого кубита оказались в диапазоне от 20 до 30 мкс при половине кванта потока и время декогеренции вплоть до 30 мкс. Таким образом, было показано, что гранулированный алюминий может быть использован в джозевсоновских схемах в качестве материала для супериндуктивности. Использование гранулированного алюминия позволит создать более сложные и потенциально защищенные от шумов типы сверхпроводниковых кубитов, что, в конечном итоге, приведет к реализации масштабируемых сверхпроводящих квантовых устройств. Исследования проводились совместно с нашими коллегами из Технологического института Карлсруэ в Германии.

Важным достижением лаборатории стала разработка фазо-чувствительного лазерного сканирующего микроскопа для визуализации СВЧ токов в сверхпроводящих микросхемах. Разработанный метод позволяет детектировать как амплитуды, так и фазы СВЧ токов по всей поверхности сверхпроводниковых интегральных микросхем. Предшествующие решения позволяли детектировать только амплитуду СВЧ токов. Измерения проводятся бесконтактно, с помощью лазерного сканирующего микроскопа по всей поверхности интегральной микросхемы. Диагностика и исследование СВЧ устройств опирается на измерение коэффициентов передачи и отражения в передающих линиях. Исходно были автоматизированы измерения только амплитуды коэффициентов передачи и отражения. Создание в 1980х аппаратуры, измеряющей в автоматическом режиме и амплитуду, и фазу, обеспечило революционный сдвиг в развитии СВЧ техники и технологии, критической для развития устройств связи и радиолокации. С увеличением сложности, то есть числа внутренних элементов СВЧ схем, измерение коэффициента передачи и отражения может быть недостаточным для анализа работы целого устройства. Интегральные микросхемы представляют собой хороший пример проблемы: невозможность разделить составные элементы не позволяет проверить работу устройства «по частям». Создание сверхпроводниковых микросхем открывает исключительные возможности для построения детекторов терагерцового излучения, устройств квантовой метрологии, включая магнетометры, градиометры, стандарты напряжения и тока, а также элементов сверхпроводниковых компьютеров, и сверхпроводниковых устройств обработки квантовой информации. Для исследования этого класса устройств и предназначен созданный нами микроскоп. Значение предложенного усовершенствования сопоставимо со значением введения фазо-чувствительных измерений в СВЧ технике 1980х.

Разработана новая технология электронной термометрии с применением сверхпроводящего материала. Исторически детекторы электромагнитного излучения представляли собой пластинки-поглотители, которые нагревались невидимыми ИК-лучами, и по возрастанию температуры можно было определить наличие сигнала. Такие сенсоры называли болометрами (боло-, по-гречески, луч). Широко известно, что нагревать можно энергией радиоволн, например, в печке-микроволновке. Чем меньше поглотитель, тем меньше энергии и времени нужно, чтобы нагреть его до ощутимой температуры. Термометр для чувствительного болометра также должен быть очень маленьким. Для оптимального нано-болометра нужно несколько условий: хо-

рошая теплоизоляция, чтобы накопить проходящее тепло; низкая температура, чтобы снизить термодинамические флуктуации; малая масса, чтобы нагрев шел быстрее; защита термометра от электрических перегрузок. Эффект электронного газа проявляется во многих сверхпроводниках при низких температурах в виде быстрой релаксации возбуждений внутри ансамбля электронов и медленной релаксации электронной температуры всего ансамбля к температуре решетки, что можно сравнить с теплоизолированным поглотителем, быстрдействие и чувствительность которого определяется числом электронов и их температурой. Но измерять температуру электронного газа на постоянном токе, даже в области сверхпроводящего перехода, очень непросто. Используя оригинальную технологию RF TES, мы интегрировали в сверхпроводящий резонатор из ниобия на частоте 1,5 ГГц ( $Q \sim 10^4$ ) пленочный микромостик из гафния ( $T_c \text{ Hf} \approx 0,4 \text{ K}$ ). Оказалось, что при увеличении амплитуды накачки резонатора его добротность меняется, и это объясняется связью активного импеданса мостика с его электронной температурой. Резонатор с мостиком работают вместе подобно затвору с достаточно высокой крутизной; экспериментальные данные предсказывают усиление. Мощность эквивалентная шуму такого термометра может составлять менее 1 атто-Ватта при температуре криостата около 200 мК, а резонатор надежно защищает его от перегрузок, предельно упрощая измерения. Ток любого внешнего сигнала, добавленный к току накачки, увеличивает нагрев электронной системы и регистрируется на частоте резонатора. Такие болометрические датчики перспективны для построения матриц с частотной селекцией пикселей, например, для проекта «Миллиметр», у них большой потенциал развития.

#### **Основные публикации**

– L. Grünhaupt, M. Spiecker, et al. Granular aluminium as a superconducting material for high-impedance quantum circuits. *Nature Materials* **18**, 816-819 (2019).

– Karpov, A. P. Zhuravel, et al. Phase-sensitive imaging of microwave currents in superconductive circuits. *Applied Physics Letters* **114** (23), 232601 (2019).

– J. Lisenfeld, A. Bilmes, et al. Electric field spectroscopy of material defects in transmon qubits. *npj Quantum Information* **5**, 105 (2019).

**Основные научно-технические показатели за 2019 год:** 20 статей в научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science, 2 объекта интеллектуальной собственности, 16 международных конференций, в которых приняли участие сотрудники лаборатории, 10 научных семинаров, организованных и проведенных в НИТУ «МИСиС».

#### **Подготовка специалистов высшей квалификации**

В лаборатории подготовлены 4 кандидата физ.-мат. наук

#### **Контакты**

**Устинов Алексей Валентинович** – заведующий лабораторией, д-р физ.-мат. наук, проф.

**Тел./факс:** +7 (495) 638-46-46

**E-mail:** [smm@misis.ru](mailto:smm@misis.ru)

**Сайт:** <http://smm.misis.ru/>

## НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «НЕОРГАНИЧЕСКИЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ»



### **Гольберг Дмитрий Викторович**

Научный руководитель, к.ф.-м.н.,  
директор центра нанотрубок международного центра  
наноархитектоники, Национальный Институт  
Материаловедения, Цукуба, профессор, университет  
г. Цукуба, Япония, и профессор, Директор центра науки  
о материалах, Технологический университет Квинслэнда,  
Брисбэйн, Австралия

### **Штанский Дмитрий Владимирович**

Заведующий лабораторией, д.ф.-м.н.,  
проф. каф. ПМиФП  
г.н.с. НУЦ СВС МИСиС-ИСМАН



Научно-исследовательская лаборатория «Неорганические наноматериалы» создана на основании приказа ректора НИТУ «МИСиС» от 03.10.2011 по результатам публичного конкурса на получение грантов Правительства РФ, решением Совета по грантам Правительства РФ для государственной поддержки научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых в российских образовательных учреждениях высшего профессионального образования.

#### **Основные научные направления деятельности лаборатории**

– Синтез наноструктур гексагонального BN (многостенные нанотрубки, наносферы, нанопластины, нанолиты) и покрытий с использованием методов высокотемпературного химического осаждения из газовой фазы;

– Функционализация поверхности наноструктур BN с применением методов химической и плазмохимической обработки;

– Синтез гибридных наночастиц BN/(Al, Ag, Au, Pt, Cu, Fe);

– Разработка, получение и оптимизация структуры сверхпрочных композиционных материалов на основе легких металлических матриц и наноструктур нитрида бора;

– Морфологический и структурный анализ наночастиц, композиционных и гибридных наноматериалов с помощью современных аналитических методов: сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия, атомно-силовая микроскопия, ИК спектроскопия, спектроскопия комбинационного рассеяния света;

– Разработка новых видов гетерогенных нанокатализаторов;

– Разработка наноносителей для терапии онкологических патологий;

– Разработка наночастиц и покрытий на основе BN для борьбы с инфекциями;

– Плазменная полимеризация и разработка поверхностно-модифицированных биоразводимых полимеров;

– 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 лаборатории**

– Научный руководитель – Д.В. Гольберг

- Заведующий лабораторией – Д.В. Штанский
- Ведущий научный сотрудник – П.Б. Сорокин
- Старший научный сотрудник – А.Т. Матвеев, А.М. Ковальский, А.С. Конопацкий, Л.Ю.

Антипина

- Научный сотрудник – З.И. Попов, И.В. Сухорукова, Д.Г. Квашнин
- Эксперт - А.М. Манахов
- Инженер – Е.С. Пермякова (аспирант), И.Н. Волков (аспирант), К.Ю. Гудзь (аспирант), Ш. Корте (аспирант), Кутжанов М.К. (аспирант).
- Лаборант - Карабанова А. (магистрант, iPhD), В. Калинина (магистрант, iPhD), Нарзумов У.У. (магистрант)
- В работе лаборатории принимают участие 2 доктора наук, 8 кандидатов наук, 1 Ph.D, 5 аспирантов, 3 магистранта.

**Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2019 году**

35,6 млн. руб.

**Наиболее крупные проекты, выполненные в 2019 г.**

- Проект К2-2017-082 по теме «Двумерные карбиды и нитриды переходных металлов (MXenes) и гетерогенные наноструктуры на основе BN для улучшения качества жизни»
- Проект К2-2018-012 по теме «Центр превосходства в области нано- и биоматериалов и инженерии поверхности для улучшения продолжительности и качества жизни»
- Проект К2-2018-013 по теме «Получение новых металлических и металлокерамических композитов с использованием перспективных методов консолидации материалов и изучение механизмов образования структуры»
- Проект № К2-2017-001 по теме «Теоретическое материаловедение наноструктур»
- Проект К3-2017-064 по теме «Исследование и минимизация деградации двумерных неорганических материалов с использованием атомистических расчетов»
- Проект К3-2017-064 по теме «Теоретический анализ структурных, электронных и магнитных свойств соединений МФТ»
- Проект РФФИ по теме «Особенности свойств новых двумерных материалов»
- Проект РФФИ по теме «Исследование соединения сплавов Гейслера и ряда низкоразмерных материалов для использования в спинтронике»
- Проект РФФИ по теме «Наносенсоры на основе одномерных нанолент  $Ta_2X_3Y_8$ , (X = Pd, Pt; Y = S, Se)»
- Проект РФФИ (Россия-Китай) по теме «Фотодетекторы дальнего УФ излучения на основе BN наногетероструктур типа ядро-оболочка и квантовых точек»
- Проект РФФИ (Россия-Беларусь) по теме «Разработка научных основ и технологических подходов формирования наноструктурированных покрытий нитрида бора при взаимодействии боратов щелочных металлов с удаленной азот-водородной плазмой атмосферного давления»
- Проект РФФИ по теме «Фундаментальное исследование новых гибридных нанотрубок на основе BN-НТ и УНТ как перспективных материалов для гибкой электроники»
- Проект РФФИ по теме «Исследование новых классов наноматериалов с необычной структурой: плёнки моноатомной толщины на основе d-металлов и квазиодномерные Ван-дер-Ваальсовы нанопровода и наноленты состава  $M_2X_3$  и  $M_2X_3Y_8$ »
- Задание № 11.937.2017/ПЧ по теме «Разработка технологических основ масштабируемого производства легких и прочных композиционных материалов на основе алюминия, упрочненных наночастицами гексагонального нитрида бора»
- Грант Президента № МД-1046.2019.2 по теме «Исследование образования новых квазидвумерных наноструктур при химически индуцированном фазовом переходе»

**Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2019 г.**

- С использованием плазмы низкого давления разработан новый подход активации поверхности наночастиц BN с целью «пришивки» молекул фолиевой кислоты (ФК) для специфической терапии онкологических патологий. Плазменная обработка наночастиц BN проводилась в радиочастотной плазме с использованием этилена и мономеров диоксида углерода. Теоретические расчеты продемонстрировали необходимость предварительной активации ФК  $N,N'$ -

дициклогексилкарбодиимидом для их успешной пришивки. Также было показано, что целевые свойства ФК после «пришивки» сохраняются [*Nanomaterials* 9 (2019) 1658].

— Были получены биоактивные биоразстворимые полимерные нановолокна с покрытием из TiCaPCON и показана их перспективность для инженерии костной ткани [*Applied Surface Science* 479 (2019) 796-802]. Показана перспективность иммобилизации биоактивных компонентов с применением иммобилизации плазмы крови, обогащенной тромбоцитами, на COOH модифицированные биоразстворимые волокна поликапролактона [*Nanomaterials* 9 (2019) 637]. Показано, что поверхностная плазменная полимеризация COOH и нанесение тонких пленок Ti-CaPCON на поверхность биоразлагаемых волокон поликапролактона значительно улучшают их биосовместимость. Установлено, что адгезия и пролиферация клеток остеобластов и эпителиальных клеток зависит от метода модификации поверхности. Нановолокна поликапролактона с покрытием являются перспективным материалом для замены поврежденных участков костной ткани, тогда как нановолокна, покрытые COOH полимером, предназначены для раневых повязок и репарации кожи [*Nanomaterials* 9 (2019) 1769].

— Впервые методом фотолитографии получены поверхности, легированные Ag, со специальным микрорельефом с высокой антибактериальной активностью [*Colloids and Surfaces B*, 173 (2019) 719-724]. Разработаны покрытия, декорированные наночастицами металлов. Показано, что новые материалы эффективно подавляют рост восьми типов бактерий: *Escherichia coli* K261 и U20, *Klebsiella pneumoniae* B1079k/17-3, *Acinetobacter baumannii* B1280A/17, *Staphylococcus aureus* no. 839, *Staphylococcus epidermidis* i5189-1, *Enterococcus faecium* Ya-235: VanA и I-237: VanA, в том числе устойчивых к антибиотикам. Бактерицидный эффект достигается за счет интенсивного выхода бактерицидных ионов, генерации реактивных форм кислорода и микрогальванического взаимодействия [*ACS Applied Materials & Interfaces* 11 (2019) 28699-28719]. Работы выполнены совместно с сотрудниками НУЦ СВБ МИСиС-ИСМАН

— Показано, что при добавлении всего 1% нанопластин BN прочность на растяжение композита Al/BN достигла 150 МПа, что на 70% больше, чем у чистого Al [*Mater. Sci. Eng. A* 745 (2019) 74-81]. Дано детальное описание фазовых превращений, контролируемых диффузией, в композиционных материалах Al/BN, полученных методом импульсного плазменного спекания. Показано, что композиты Al/BN дополнительно имеют два типа армирующих добавок: (i) частицы AlB<sub>2</sub>, расположенные в основном внутри зерен Al и (ii) тонкие слои фазы AlN, образованные вдоль границ зерен Al. На основе DFT расчетов были установлены миграционные барьеры для атомов B и N, объясняющие экспериментальные результаты. [*J. Alloys & Comp.* 782 (2019) 875-880].

— Разработаны гетерогенные нанокатализаторы Ag/BN. Показано, что поверхностное окисление BN носителей является важным фактором, приводящим к усилению каталитической активности в реакции окисления CO:  $T_{in} = 150$  °C и  $T_{100} = 200$  °C. На основе результатов теоретического моделирования сделано предположение о том, что высокая каталитическая активность наногибридов Ag/BN связана формированием тонких слоев B–O–Ag [*Catal. Sci. Technol.* 9 (2019) 6460-6470]. Также впервые для системы Ag/BN была изучена каталитическая стабильность в реакции окисления монооксида углерода. Установлено, что высокая каталитическая активность материала сохраняется в течение длительного времени, а ее дальнейшее снижение связано с частичной агломерацией наиболее маленьких наночастиц Ag. Показано, что существует критический размер наночастиц Ag (<3 нм) при котором достигаются наилучшие каталитические свойства. На основе DFT расчетов показана важная роль границы раздела Ag/h-BN в реакции окисления CO. Расположение молекулы кислорода на границе раздела является наиболее энергетически выгодным, что предполагает образование O<sub>2</sub>-супероксида на границе раздела. В результате CO может быть непосредственно окислен до CO<sub>2</sub> супероксидом без энергетического барьера [*ChemCatChem* 12 (2020) 1-8].

— Проведено экспериментально-теоретическое исследование атомной структуры и свойств гетеросоединения на основе монослоя графена и полуметаллического сплава Гейслера CFGG (Co<sub>2</sub>Fe<sub>1</sub>Ge<sub>1/2</sub>Ga<sub>1/2</sub>). Впервые была синтезирована структура графен/CFGG, являющаяся крайне перспективным материалом в области современной спинтроники, что обусловлено его уникальными магнитными и электронными свойствами. Из анализа XAS/XMCD спектров были получены данные о связывании графена с поверхностью CFGG, а также получены разрешен-

ные по глубине значения спиновых и орбитальных магнитных моментов для атомов Co и Fe. Проведенные DFT расчеты объемных кристаллов CFGG и гетероструктуры графен/CFGG не только подтвердили экспериментальные результаты, но и позволили предсказать терминацию поверхности CFGG(001), а также оценить равновесное расстояние между поверхностью сплава Гейслера и монослоем графена. Расчет плотности электронных состояний подтверждает сохранение полуметаллических свойств в объеме CFGG, а также n-допирование графена, приводящее к сдвигу конуса Дирака на 0,45 эВ. Полученные результаты способны оказать значительное влияние на дальнейшее описание спинтронных эффектов и потенциальное проектирование устройств на их основе [*Adv. Mater.* 32 (2020) 1905734].

#### Подготовка специалистов высшей квалификации

Инженер лаборатории Е.С. Пермякова получила стипендию правительства РФ.

#### Основные публикации

1. A.S. Konopatsky, D.V. Leybo, K.L. Firestein, I.V. Chepkasov, Z.I. Popov, E.S. Permyakova, I.N. Volkov, A.M. Kovalskii, A.T. Matveev, D.V. Shtansky, D.V. Golberg, Polyol synthesis of Ag/BN nanohybrids and their catalytic stability in CO oxidation reaction, **ChemCatChem**, 12 (2020) 1-8, DOI: 10.1002/cctc.201902257 (IF=4.495)
2. Z. Long, X. Xu, W. Yang, M. Hu, D.V. Shtansky, D. Golberg, X. Fang, Cross-bar SnO<sub>2</sub>-NiO nanofiber-arrays-based transparent photodetectors with high detectivity, **Advanced Electronic Materials** 6 (2020) 1901048 (IF=6.312)
3. Д.Г. Квашнин, М.К. Кутжанов, Ш. Корте, Е.М. Приходько, А.Т. Матвеев, П.Б. Сорокин, Д.В. Штанский, Теоретическое и экспериментальное изучение механических характеристик границы раздела гетерочастиц Al/SiC и композиционных материалов на их основе, **Письма в ЖТФ/Technical Physics Letters** 46 (2020) 39-42 (IF=0.773)
4. E. S. Permyakova, Ph. V. Kiryukhantsev-Korneev, J. Polčák, K. Yu. Gudz, S. G. Ignatov, I. Y. Zhitnyak, N. A. Gloushankova, D. V. Shtansky, A. Manakhov, Surface functionalization of biodegradable polycaprolactone scaffolds for soft and bone tissue engineering, **Nanomaterials** 9 (2019) 1769 (IF=4.034)
5. E.S. Permyakova, L.Y. Antipina, Ph.V. Kiryukhantsev-Korneev, A.M. Kovalskii, J. Polčák, A. Manakhov, P.B. Sorokin, D.V. Shtansky, Plasma surface polymerized and biomarker conjugated boron nitride nanoparticles for cancer-specific therapy: experimental and theoretical study, **Nanomaterials** 9 (2019) 1658 (IF=4.034)
6. A.S. Konopatsky, D.V. Leybo, K.L. Firestein, Z.I. Popov, X. Fang, D.V. Shtansky, D.V. Golberg, Structural evolution of Ag/BN hybrids via polyol-assisted fabrication process and their catalytic activity for CO oxidation, **Catalysis Science & Technology**, 9 (2019) 6460-6470 (IF=5.726)
7. V.A. Ponomarev, A.N. Sheveyko, E.S. Permyakova, J. Lee, A.A. Voevodin, D. Berman, A.M. Manakhov, M. Michlíček, P.V. Slukin, V.V. Firstova, S.G. Ignatov, I.V. Chepkasov, Z.I. Popov, D.V. Shtansky, TiCaPCON-supported Pt- and Fe-based nanoparticles and related antibacterial activity, **ACS Applied Materials & Interfaces** 11 (2019) 28699-28719 (IF=8.456)
8. S. Miroshnichenko, V. Timofeeva, E. Permyakova, S. Ershov, Ph. Kiryukhantsev-Korneev, E. Dvořáková, D.V. Shtansky, L. Zajíčková, A. Solovieva, A. Manakhov, Plasma coated electrospun polycaprolactone nanofibers modified by covalent bonding of bioactive platelet-rich plasma enhances adhesion and growth of human fibroblasts, **Nanomaterials** 9 (2019) 637 (IF=4.034)
9. A. Manakhov, E. Permyakova, S. Ershov, A. Sheveyko, J. Polcak, N. Gloushankova, L. Zajíčková, D. Shtansky, Bioactive Ti-Ca-P-C-O-N coated PCL nanofibers as a promising material for bone tissue engineering, **Applied Surface Science** 479 (2019) 796-802 (IF=5.155)
10. K.L. Firestein, D.G. Kvashnin, J.F.S. Fernando, C. Zhang, D.P. Siriwardena, P.B. Sorokin, D.V. Golberg, Crystallography-derived Young's modulus and tensile strength of AlN nanowires as revealed by in situ transmission electron microscopy, **Nano Letters** 19 (2019) 2084-2091 (IF=12.279)
11. X. Zhou, D.G. Kvashnin, Y. Xue, D.-M. Tang, O. Cretu, M. Mitome, Y. Bando, P.B. Sorokin, T. Sasaki, D. Golberg, Kinking effects and transport properties of coaxial BN-C nanotubes as revealed by in situ transmission electron microscopy and theoretical analysis, **APL Materials** 7 (2019) 101118 (IF=4.296)
12. K.U. Yusupov, S. Corthay, A.V. Bondarev, A.M. Kovalskii, A.T. Matveev, D. Arkhipov, D. Golberg, D.V. Shtansky, Spark plasma sintered Al-based composites reinforced with BN nanosheets exfoliated under ball milling in ethylene glycol, **Mater. Sci. Eng. A** 745 (2019) 74-81 (IF=4.081)

13. D.G. Kvashnin, K.L. Firestein, Z.I. Popov, S. Corthay, P.B. Sorokin, D.V. Golberg, D.V. Shtansky, Al – BN interaction in high-strength lightweight Al/BN metal-matrix composite: theoretical modelling and experimental verification, **J. Alloys Comp.** 782 (2019) 875-880 (IF=4.185)
14. V.A. Ponomarev, N.V. Shvindina, E.S. Permyakova, S.G. Ignatov, B. Sirota, A.A. Voevodin, D.V. Shtansky, Structure and antibacterial properties of Ag-doped micropattern surfaces produced by photolithography method, **Colloids and Surfaces B** 173 (2019) 719-724 (IF=3.973)
15. V.A. Ponomarev, A.N. Sheveiko, I.V. Sukhorukova, N.V. Shvindina, A.M. Manakhov, I.Y. Zhitnyak, N.A. Gloushankova, N.K. Fursova, S.G. Ignatov, E.S. Permyakova, J. Polčák, D.V. Shtansky, Microstructure, chemical and biological performance of boron-modified TiCaPCON films, **Applied Surface Science** 465 (2019) 486–497
16. M. Michlíček, A. Manakhov, E. Dvorakova, L. Zajíčková, Homogeneity and Penetration Depth of Atmospheric Pressure Plasma Polymerization onto Electrospun Nanofibrous Mats, **Applied Surface Science** 471 (2019) 835-841 (IF=5.155)
17. M. Popov, V. Churkin, D. Ovsyannikov, A. Khabibrakhmanov, A. Kirichenko, E. Skryleva, Y. Parkhomenko, M. Kuznetsov, S. Nosukhin, P. Sorokin, S. Terentiev, V. Blank, Ultrasmall diamond nanoparticles with unusual incompressibility **Diamond and Related Materials** 96 (2019) 52-57 (IF=2.29)
18. D.G. Kvashnin, A.G. Kvashnin, E. Kano, A. Hashimoto, M. Takeguchi, H. Naramoto, S. Sakai, P.B. Sorokin, Two-Dimensional CuO Inside the Supportive Bilayer Graphene Matrix **J. Phys. Chem. C** 123 (2019) 17459-17465 (IF=4.309)
19. P. Vancsó, Z.I. Popov, J. Pető, T. Ollár, G. Dobrik, J.S. Pap, C. Hwang, P.B. Sorokin, L. Tapasztó, Transition metal chalcogenide single-layers as an active platform for single-atom catalysis **ACS Energy Letters** 4 (2019) 1947-1953 (IF=16.331)
20. A.A. Koós, P. Vancsó, M. Szendrő, G. Dobrik, D.A. Silva, Z.I. Popov, P.B. Sorokin, L. Henrard, C. Hwang, L.P. Biró, L. Tapasztó, Influence of Native Defects on the Electronic and Magnetic Properties of CVD Grown MoSe<sub>2</sub> Single Layers **J. Phys. Chem. C** 123 (2019) 24855-24864 (IF=4.309)
21. T. Joseph, M. Ghorbani-Asl, A.G. Kvashnin, K.V. Larionov, Z.I. Popov, P.B. Sorokin, A.V. Krashennnikov, Nonstoichiometric Phases of Two-Dimensional Transition-Metal Dichalcogenides: From Chalcogen Vacancies to Pure Metal Membranes **J. Phys. Chem. Lett.** 10 (2019) 6492-6498 (IF=7.329)
22. S. Li, K.V. Larionov, Z.I. Popov, T. Watanabe, K. Amemiya, S. Entani, P.V. Avramov, Y. Sakuraba, H. Naramoto, P.B. Sorokin, S. Sakai, Graphene/half-metallic Heusler alloy: a novel heterostructure towards high-performance graphene spintronic devices **Adv. Mater.** 32 (2020) 1905734 (IF=25.809)
23. S. Entani, K.V. Larionov, Z.I. Popov, M. Takizawa, M. Mizuguchi, H. Watanabe, S. Li, H. Naramoto, P.B. Sorokin, S. Sakai, Non-chemical fluorination of hexagonal boron nitride by high-energy ion irradiation **Nanotechnology** 31 (2020) 125705 (IF=3.399)
24. P.M. Rajanna, S. Luchkin, K.V. Larionov, A. Grebenko, Z.I. Popov, P.B. Sorokin, M. Danilson, S. Bereznev, P.D. Lund, A.G. Nasibulin, Adhesion of Single-Walled Carbon Nanotube Thin Films with Different Materials **J. Phys. Chem. Lett.** 11 (2020) 504-509 (IF=7.329)
25. A. Khabibrakhmanov, P.B. Sorokin, Carbon on the nanoscale: ultrastiffness and unambiguous definition of incompressibility **Carbon** 160 (2020) 228-235 (IF=7.466)
26. A.G. Kvashnin, D.G. Kvashnin, A.R. Oganov, Novel Unexpected Reconstructions of (100) and (111) Surfaces of NaCl: Theoretical Prediction, **Scientific Reports** 9 (2019) 14267 (IF=4.011)
27. L.A. Chernozatonskii, D.G. Kvashnin, Electric Field Effect in Bilayered Graphene Nanomeshes. **Nanotechnology** 31 (2020) 115203 (IF=3.399)
28. Л.А. Чернозатонский, Л.Ю. Антипина, Д.Г. Квашнин, Механизм перехода от полуметаллического к полупроводниковому поведению в графеновой пленке при образовании много-связанной структуры, **Письма в ЖЭТФ/JETP Letters** 111 (2020) 244–248 (IF=1.412)
29. P.N. Gavryushkin, A. Recnik, N. Daneu, N. Sagatov, A.B. Belonoshko, Z.I. Popov, V. Ribic, K.D. Litasov, Temperature induced twinning in aragonite: transmission electron microscopy experiments and ab initio calculations, **Zeitschrift fur kristallographie - crystalline materials** 234 (2019) 79-84 (IF=1.090)

30. N. Kamanina, P. Kuzhakov, A. Kukharchik, D. Kvashnin, A Nanostructuring Approach for Modification of the Features of Optical Materials: Lithium Fluoride. **IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.** 693 (2019) 012008 (**IF=0.192**)

31. N.S. Mikhaleva, M.A. Visotin, Z.I. Popov, Theoretical Investigation of NiI<sub>2</sub> Based Bilayer Heterostructures, **Key Engineering Materials** 806 (2019) 10-16

**Основные научно-технические показатели**

– Опубликована 31 статья в рецензируемых научных журналах, сделано 17 докладов на российских и международных конференциях, симпозиумах и семинарах.

– Зарегистрировано ноу-хау: Способ получения нанокристаллического гексагонального нитрида бора. Зарегистрировано в Депозитарии ноу-хау НИТУ «МИСиС» №13-457-2019 ОИС от 09.12.2019. Авторы: Матвеев А.Т., Штанский Д.В., Ковальский А.М., Конопацкий А.С., Пермякова Е.С., Кorte Шапти Таня, Волков И.Н.

– Доклад инженера лаборатории Кorte Шапти, представленный на 10<sup>ой</sup> международной конференции по передовым исследованиям в области материалов (ICAMR 2020), Окинава Япония, был признан лучшим устным докладом.

**Контактные реквизиты подразделения**

**Гольберг Дмитрий Викторович** – научный руководитель, профессор

**Тел.:** (495)955-00-29

**E-mail:** golberg.dmitri@nims.go.jp

**Штанский Дмитрий Владимирович** – заведующий лабораторией, д-р физ.-мат. наук, проф.

**Тел.:** (499)236-66-29

**E-mail:** shtansky@shs.misis.ru

**Б-022, Б-028:** Тел. (495)638-44-47

**Б-408, Б-410:** Тел. (495)955-00-29

**Б-0022:** Тел. (495)955-00-30

## ЛАБОРАТОРИЯ «ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ, АКУСТООПТИЧЕСКАЯ И ЛАЗЕРНАЯ АППАРАТУРА ДЛЯ ЗАДАЧ ДИАГНОСТИКИ И ТЕРАПИИ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ»

**Хазанов Ефим Аркадьевич**

Заведующий лабораторией, доктор физико-математических наук,  
член-корреспондент РАН



### **Общая информация о лаборатории**

Лаборатория создана в 2014 г. в рамках Программы повышения конкурентоспособности НИТУ «МИСиС» среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

Целью исследований лаборатории является создание инновационных методов и приборов биофотоники.

Основными решаемыми задачами являются гиперспектральный флюоресцентный анализ для диагностики рака щитовидной железы; управление фемтосекундными импульсами для биомедицинской микроскопии; исследование некогерентных методов визуализации фазовых микрообъектов.

**Перспективные направления исследований:** количественная фазовая визуализация; оптические пинцеты со структурированным полем; многофотонная и нелинейная флюоресценция; эндомикроскопия.

**Основные научные направления деятельности лаборатории:** биофотоника, гиперспектральный и фазовый анализ изображений, микроскопия.

В научном коллективе лаборатории работает 2 доктора наук, 2 кандидата наук

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2019 г. составляет 6.0 млн. руб.

В 2019 году получены следующие результаты:

- создан лабораторный макет акустооптического гиперспектрального флюоресцентного эндомикроскопа;
- создана гиперспектральная система с пространственной фильтрацией изображений для визуализации фазовых объектов;
- разработан акустооптический лазерный затвор с повышенной эффективностью дифракции на медленной сдвиговой моде в кристалле KYW;
- экспериментально обнаружена анизотропная акустооптическая дифракция в кристалле KYW.

### **Основные публикации**

1. P.V. Belousov et al. Multi-dimensional Immunoproteomics Coupled With In Vitro Recapitulation of Oncogenic NRASQ61R Identifies Diagnostically Relevant Autoantibody Biomarkers in Thyroid Neoplasia // *Cancer Letters*, 2019, vol. 467, p. 96.
2. N. Ponikwicki, L. Szczepanik, J. Gondek, B.B.J. Linde, E.B. Skrodzka, V. Molchanov, K.B. Yushkov, R. Grechishkin. Photoacoustic method as a tool for analysis of concentration-dependent thermal effusivity in a mixture of methyl alcohol and water // *Archives of Acoustics*, 2019, vol. 94, p. 153.
3. V.P. Baklaushev, V.G. Bogush, V.A. Kalsin, N.N. Sovetnikov, E.M. Samoilova, V.A. Revkova, K.V. Sidoruk, M.A. Konoplyannikov, P.S. Timashev, S.L. Kotova, K.B. Yushkov, A.V. Averyanov, A.V. Troitskiy, J.-E. Ahlfors. Tissue engineered neural constructs composed of neural precursor cells, recombinant spidroin and PRP for neural tissue regeneration // *Scientific Reports*, 2019, vol. 9, p. 3161.
4. V.V. Romanov, K.B. Yushkov. Configuration model of a grating pair pulse compressor // *IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics*, 2019, vol. 25, № 4, p. 0880110.

Количество публикаций: 13, из них 7 в научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science, 4 в сборниках трудов, индексируемых в базе данных Web of Science.

Количество докладов на международных конференциях: 6

Количество полученных патентов на изобретения: 2

2 медали получены на 71-ой Международной выставке «Идеи – Изобретения – Новые Продукты» iENA-2019 (Германия, г. Нюрнберг)

**Контакты**

**Хазанов Ефим Аркадьевич** – заведующий лабораторией, д-р физ.-мат. наук, член-кор. РАН

**Тел.:** +7 (495) 638-45-58

## ЛАБОРАТОРИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Абрикосов Игорь Анатольевич**

Научный руководитель лаборатории, доктор физико-математических наук



### **Общая информация о лаборатории**

Основная цель коллектива лаборатории – разработка вычислительных инструментов нового поколения на наиболее фундаментальном уровне квантовой физики, обладающих предсказательной силой, достаточной для научно-обоснованного дизайна материалов. С помощью наиболее современных методов компьютерного моделирования коллектив лаборатории будет изучать физические явления с большим стратегическим потенциалом для современных технологий и технологий будущего. Также будет организована экспериментальная проверка теоретических предсказаний.

Конкретная задача лаборатории – значительно сократить время, требуемое для открытия перспективных материалов, и доказать их ценность для коммерческого рынка.

Долгосрочная задача лаборатории – поменять эмпирическую парадигму разработки материалов, господствующую в человеческой истории несколько тысяч лет, и дать материаловедению третьего тысячелетия по-настоящему мощный инструмент для ускоренного дизайна материалов.

### **Основные научные направления деятельности лаборатории**

Основные научные направления лаборатории – развитие и разработка уже существующих и новых концепций теории моделирования свойств материалов с учетом реальных внешних условий и их приложение для исследования различных систем.

1. Моделирование свойств материалов с высокой точностью и производительностью с учетом температуры, неупорядоченного магнетизма, электронных корреляций и т.д
2. Моделирование влияния примесей и комбинаций примесей на свойства аустенитной фазы железа с фокусом на фундаментальные исследования магнитно-неупорядоченных фаз.
3. Исследование влияния динамики кристаллической решетки, магнитных и многоэлектронных эффектов на свойства перспективных материалов для приложений в электронике и экологически чистой энергетике.
4. Моделирование технологически важных нитридов, карбидов, боридов и интерметаллидов.
5. Исследование электронных и магнитных свойств перспективных наноматериалов.
6. Разработка методологии и проведение первопринципных расчетов для создания нового поколения термодинамических баз данных.

### **Кадровый потенциал подразделения**

В лаборатории работают:

3 профессора,

7 научных сотрудников

3 инженера.

Из них:

4 – доктора физико-математических наук, 5 – кандидатов физико-математических наук, 1 – PhD

### **Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2019 г.**

В 2019 г. в лаборатории выполнены научно-исследовательские работы на сумму 20 млн. руб.

### **Наиболее крупные проекты, выполненные в 2019 г.**

Грант Российского научного фонда - «Выявление фундаментальных соотношений поведения материалов в экстремальных условиях» на сумму 6 млн. руб.

Грант НИТУ «МИСИС» К2 – «Фундаментальное понимание формирования метастабильного состояния материалов на основе теоретического изучения новых полинитридов переходных металлов» на сумму 7 млн.руб

### Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2019 г.

Был открыт и теоретически исследован новый материал, металлический пернитрид трида рения  $\text{Re}_2(\text{N}_2)(\text{N})_2$  с очень низкой сжимаемостью ( $K_0 = 428$  ГПа). Хотя металлическая связь обычно считается несовместимой с высокой твердостью,  $\text{Re}_2(\text{N}_2)(\text{N})_2$  продемонстрировал пороговые для сверхтвердых материалов значения (твердость при наноиндентировании 36.7 ГПа). Чтобы подтвердить наблюдаемые в эксперименте особенности  $\text{ReN}_2$  и глубже понять механические и электронные свойства этого соединения, мы провели детальное исследование на основе теории функционала плотности. Динамическая стабильность и металлическая природа синтезированного материала была подтверждена с помощью расчетов фононного спектра и электронной плотности состояний. Таким образом, наша работа привела к открытию нового материала с необычной кристаллохимией и набором свойств, привлекательных для потенциальных применений.

В гетероструктуре  $\text{Fe}/\text{Fe}_{0.30}\text{V}_{0.70}$  исследовался двойной магнитный эффект близости (МЭБ). Показано, что экспериментальный профиль намагниченности качественно согласуется с профилем, рассчитанным с использованием теории функционала плотности. В сочетании с последними достижениями в управлении МЭБ с помощью электрических полей и токов, результаты могут быть применены в устройствах спинтроники.

Было проведено исследование поведения  $\text{CaBe}_2\text{P}_2\text{O}_8$  под высоким давлением. Оксиды бериллия представляют огромный интерес из-за их уникальных химических свойств и важных технологических применений. Используя теоретические методы мы показали, что последовательность структурных переходов  $\text{CaBe}_2\text{P}_2\text{O}_8$  связана с электронным превращением преимущественно молекулярных орбиталей при низком давлении в состояние с перекрывающимися электронными облаками анионных орбиталей.

Архетипичный изолятор Мотта гематит,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , является одним из основных оксидов, играющих важную роль в минералогии нижней мантии Земли. Поведение его электронных свойств, уравнения состояния и фазовой стабильности, при высоком давлении и температуре, имеет фундаментальное значение для понимания свойств и эволюции внутренней структуры Земли. Было проведено исследование электронной структуры, магнитного состояния и стабильности решетки  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  при сверхвысоких давлениях, используя подход теории функционала плотности в комбинации с теорией динамического среднего поля (DFT+DMFT). Было обнаружено, что в окрестности перехода Мотта  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  демонстрирует ряд сложных электронных, магнитных и структурных превращений. Наша работа имеет важное значение для понимания аномалий в нижней мантии Земли.

Квантовые системы, основанные на точечных дефектах в широкозонных полупроводниках, являются потенциальными кандидатами для создания носителей квантовой информации, так называемых кубитов. В нашей работе, опубликованной в журнале Nature Communications, было показано, что спроектированная квантовая яма может стабилизировать зарядовое состояние кубита и обеспечивает устойчивость этих дефектов к фотоионизации и стабильность при комнатной температуре. Данные результаты прокладывают путь к созданию надежных однофотонных источников и спиновых кубитов.

#### Подготовка специалистов высшей квалификации

В 2019 г. сотрудниками лаборатории защищена 1 кандидатская диссертация:

Мухамедов Бобуржон Ориф угли «Теоретическое моделирование влияния магнитных эффектов на физические свойства сплавов и соединений на основе железа».

Еще 1 кандидатская диссертация представлена к защите в 2020 г.:

Сыздыкова Айгерим. «Первопринципное исследование систем с сильными эффектами решеточного ангармонизма»

#### Основные публикации за 2019 г.

1. Pakhomova A.; Aprilis G.; Bykov M.; Gorelova L.; Krivovichev S.S.; Belov M.P.; Abrikosov I.A.; Dubrovinsky L., Penta- and hexa-coordinated beryllium and phosphorus in high-pressure modifications of  $\text{CaBe}_2\text{P}_2\text{O}_8$ , Nature Commun. (2019), 10, 2800

2. Bykov M.; Chariton S.; Fei H.Z.; Fedotenko T.; Aprilis G.; Ponomareva A.V.; Tasnadi F.; Abrikosov I.A.; Merle B.; Feldner P.; Vogel S.; Schnick W.; Prakapenka V.B.; Greenberg E.; Hanfland

M.; Pakhomova A.; Liermann H.P.; Katsura T.; Dubrovinskaia N.; Dubrovinsky L., High-pressure synthesis of ultraincompressible hard rhenium nitride pernitride  $\text{Re-2(N-2)(N)(2)}$  stable at ambient conditions, *Nature Commun.*, (2019), 10, 2994.

3. Ivady V.; Davidsson J.; Deegan N.; Falk A.L.; Klimov P.V.; Whiteley S.J.; Hruszkewycz S.O.; Holt M.V.; Heremans F.J.; Son N.T.; Awschalom D.D.; Abrikosov I.A., Gali, AStabilization of point-defect spin qubits by quantum wells, *Nature Commun.*, (2019), 10, 5607.

4. Mukhamedov B.O.; Saenko I.; Ponomareva A.V.; Kriegel M.J., Chugreev A.; Udovsky A.; Fabrichnaya O.; Abrikosov I.A., Thermodynamic and physical properties of  $\text{Zr}_3\text{Fe}$  and  $\text{ZrFe}_2$  intermetallic compounds, *Intermetallics*, (2019), 109, 189-196.

5. Palonen H.; Mukhamedov B.O.; Ponomareva A.V.; Palsson G.K.; Abrikosov I.A.; Hjorvarsson B., The magnetization profile induced by the double magnetic proximity effect in an  $\text{Fe/Fe}_0.3\text{V}_0.7\text{O}$  superlattice, *Appl. Phys. Lett.*, (2019), 115, 01240.

6. Krasilnikov O.M.; Lugovskoy A.V.; Dikan V.; Belov M.P.; Vekilov Y.K.; Abrikosov I.A., Non-linear elasticity of epsilon -Fe: The pressure effect, *Phys Rev B*, (2019), 99, 184101.

7. Leonov I.; Rozenberg G.K.; Abrikosov I.A., Charge disproportionation and site-selective local magnetic moments in the post-perovskite-type  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  under ultra-high pressures, *Nature PJ Comp. Mater.*, (2019), 5,90.

8. Laniel D.; Bykov M.; Fedotenko T.; Ponomareva A.V.; Abrikosov I.A.; Glazyrin K.; Svitlyk V.; Dubrovinsky L.; Dubrovinskaia N., High pressure investigation of the S-N<sub>2</sub> system up to the megabar range: Synthesis and characterization of the SN<sub>2</sub> solid, *Inorg. Chem.*, (2019), 58, 9195.

#### **Основные научно-технические показатели**

– Опубликовано статей в журналах за 2019 г. индексируемых в Web of Science и Scopus – 15;

– Представлено устных и приглашенных докладов на международных конференциях – 10.

#### **Контактные реквизиты лаборатории**

**Абрикосов Игорь Анатольевич** – научный руководитель лаборатории, д-р физ.-мат. наук  
Ленинский проспект 4, Б-107

**Тел.:** (495) 638-44-69

**E-mail:** mmdl@misis.ru

## НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «ГИБРИДНЫЕ НАНОСТРУКТУРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ»

**Комиссаров Александр Александрович**  
Директор центра, кандидат технических наук



### Общая информация о лаборатории

Основной задачей Лаборатории является развитие технологичных композитных материалов нового класса, а именно гибридных материалов, сочетающих в себе разнородные по своим свойствам компоненты. При этом улучшенные свойства таких композитов будут достигаться за счет их специально разработанной внутренней архитектуры. Инновативный дизайн таких гибридных материалов, продиктованный геометрическими принципами, будет, в частности, реализовываться с использованием методов интенсивной пластической деформации, позволяющих добиваться значительного улучшения свойств материала за счет его наноструктурирования. При этом интенсивная пластическая деформация может использоваться с двойной целью – и как метод улучшения свойств отдельных компонентов гибрида за счет измельчения его зеренной структуры, и как способ соединения этих компонентов в гибрид с намеченной внутренней архитектурой.

### Основные научные направления деятельности лаборатории

Методы получения объемных металлических наноматериалов, создание новых материалов для медицинских имплантатов с улучшенными механическими свойствами и биосовместимостью, материалов для энергетики, а также многофункциональных композитов для автомобильной и авиационной промышленности:

– Усовершенствование существующих и развитие новых методов получения объемных металлических наноматериалов.

– Дальнейшее развитие концепции гибридных материалов со специальной внутренней архитектурой.

– Синтез вышеуказанных принципов создания новых материалов и реализация их в конкретных технологиях.

– Создание новых материалов для медицинских имплантатов с улучшенными механическими свойствами и биосовместимостью, материалов для энергетики, а также многофункциональных композитов для разнообразных применений, в частности, в автомобильной и авиационной промышленности.

– Разработка и получение гибридных структур методами интенсивной пластической деформации и трехмерной печати.

– Объемные наноматериалы и методы их получения. Стали и сплавы с нано- и субмикроструктурной структурой.

– Моделирование процессов деформации, разрушения и структурообразования в материалах.

### Кадровый потенциал подразделения

В лаборатории работают:

Заведующий лабораторией – 1; Ведущий эксперт – 2; Главный научный сотрудник – 2; Ведущий научный сотрудник – 1; Старший научный сотрудник – 1; Младший научный сотрудник – 3; Ведущий инженер – 2; Инженер – 4; Инженер 1 к. – 2; Инженер 2 к. – 2; Лаборант – 3.

В том числе:

Студентов – 4; аспирантов – 4; доктор физико-математических наук – 1, доктор технических наук – 2, кандидатов технических наук – 10.

### Общий объем финансирования научно-исследовательских работ

В рамках научной деятельности лаборатория ГНМ выполняет проекты по ФЦП «Исследования и разработки» Минобрнауки РФ, фондов РНФ и РФФИ (в том числе международные

коллораации), а также активно сотрудничает с промышленными предприятиями. Выполняет различные хозяйственные работы. Примерная сумма составляет 13 000 000 руб.

**Наиболее крупные проекты, выполненные в 2019 г.**

– Грант для поддержки научных исследований в области развития научного направления, проводимых под руководством молодых ученых (договор № В100-И08-2019/0159).

– Грант РФФИ № 18-45-06010 «Материалы на основе сплавов магния для биорезорбируемых имплантатов с противоопухолевой активностью», 2019 г.

– Грант РФФИ № 17-13-01488 «Биорезорбируемые ультрамелкозернистые сплавы на основе магния, предназначенные для реконструктивной хирургии», 2019 г.

**Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2019 г.**

Исследовано влияние больших пластических деформаций на структурно-фазовые превращения в новых эвтектических алюминиевых сплавах. Обнаружено измельчение эвтектических частиц  $Al_4Ca$  в сплаве Al-Ca и их трансформация в нанокластеры и сегрегации, а также ее частичное растворение в алюминиевой матрице в сплаве Al-Ca-Mn-Fe-Zr-Sc в ходе сдвиговой деформации под высоким давлением.

**Подготовка специалистов высшей квалификации**

1. Участие в семинарских занятиях «Интеллектуальная среда» проводимых в лаборатории НИЛ «ГНМ».

2. Проведение курсов повышения квалификации по теме: «Перспективные методы исследований и технологии обработки материалов в современном материаловедении».

3. Плановое обучение (курсовое обучение) по гражданской обороне.

**Основные публикации**

– A.B. Rozhnov, V.I. Pansyrny, A.V. Kraynev, S.O. Rogachev, S.A. Nikulin, N.E. Khlebova, M.V. Polikarpova, M.Yu. Zadorozhnyy. Low-cycle bending fatigue and electrical conductivity of high-strength Cu/Nb nanocomposite wires // International Journal of Fatigue. 128 (2019) 105188

– Komissarov A.A., Koltygin A.V., Bazhenov V.E., Komissarova J.V., Lee A.V. Gallium-containing magnesium alloy for potential use as temporary implants in osteosynthesis // Journal of Magnesium and Alloys (2019)

– A. Pazniak, P. Bazhin, N. Shplis, E. Kolesnikov, I. Shchetinin, A. Komissarov, J. Polcak, Alexander Stolin, Denis Kuznetsov. Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub>Tx MXene characterization produced from SHS-ground Ti<sub>3</sub>AlC<sub>2</sub> // Materials and Design. 183 (2019) 108143

– S.O. Rogachev, S.A. Nikulin, V.M. Khatkevich, R.V. Sundeev, D.A. Kozlov. High-pressure torsion deformation process of a bronze/niobium composite // Transactions of Nonferrous Metals Society of China. 29 (2019) 1689-1695

– S.O. Rogachev, E.A. Naumova, E.S. Vasileva, M.Yu. Magurina, R.V. Sundeev, A.A. Veligzhanin. Structure and mechanical properties of Al-Ca alloys processed by severe plastic deformation // Materials Science and Engineering A. 767 (2019) 138410

– N. Martynenko, E. Lukyanova, V. Serebryany, D. Prosvirnin, V. Terentiev, G. Raab, S. Dobatkin, Y. Estrin. Effect of equal channel angular pressing on structure, texture, mechanical and in-service properties of a biodegradable magnesium alloy // Materials Letters. 238 (2019) 218-221

– Y. Estrin, N. Martynenko, N. Anisimova, D. Temralieva, M. Kiselevskiy, V. Serebryany, G. Raab, B. Straumal, B. Wiese, R. Willumeit-Römer, S. Dobatkin. The effect of equal-channel angular pressing on the microstructure, the mechanical and corrosion properties, and the anti-tumor activity of magnesium alloyed with silver // Materials. 12 (2019) 3832

– S. Dobatkin, S. Galkin, Y. Estrin, V. Serebryany, M. Diez, N. Martynenko, E. Lukyanova, V. Perezhogin. Grain refinement, texture, and mechanical properties of a magnesium alloy after radial-shear rolling // Journal of Alloys and Compounds. 774 (2019) 969-979

– S. Dobatkin, N. Martynenko, N. Anisimova, M. Kiselevskiy, D. Prosvirnin, V. Terentiev, N. Yurchenko, G. Salishchev, Y. Estrin. Mechanical Properties, Biodegradation, and Biocompatibility of Ultrafine Grained Magnesium Alloy WE43 // Materials. 12 (2019) 3627

– Y. Estrin, N. Martynenko, E. Lukyanova, V. Serebryany, M. Gorshenkov, M. Morozov, V. Yusupov, S. Dobatkin. Effect of rotary swaging on microstructure, texture, and mechanical properties of a Mg-Al-Zn alloy // Advanced Engineering Materials. 2019

**Основные научно-технические показатели**

- Количество статей ВАК – 1;
- Количество статей Web of Science – 10;
- Количество статей Scopus – 10;
- Количество полученных патентов на изобретения – 4;
- Количество конференций, в которых было принято участие – 8;
  - Перспективные материалы и технологии : материалы международного симпозиума, Брест, 27-31 мая 2019 г. / под ред. чл.-корр. Рубаника В.В. – Витебск: УО «ВГТУ», 2019
  - IX Международная школа «Физическое материаловедение» с элементами научной школы для молодежи (ШФМ-2019), 9-13 сентября 2019 г., Тольятти, Россия
  - LXI Международная конференция «Актуальные проблемы прочности» (АПП-2019), посвященная 90-летию профессора М.А. Криштала, 9-13 сентября 2019 г., Тольятти, Россия
  - Научно-технический семинар «Бернштейновские чтения по термомеханической обработке металлических материалов». Москва. 22-25 октября 2019 г. Сборник тезисов. – М: НИТУ «МИСиС», 2019
  - VIII Международная конференция «Деформация и разрушение материалов и наноматериалов». Москва. 19-22 ноября 2019 г. / Сборник материалов. – М: ИМЕТ РАН, 2019. – С. 447-449
  - 28TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON METALLURGY AND MATERIALS - METAL 2019, 22-24 May 2019, Brno, Czech Rep.
  - V International Scientific Conference “MATERIAL SCIENCE. NON-EQUILIBRIUM PHASE TRANSFORMATIONS”, 9-12 September 2019, Varna, Bulgaria
  - XVI International Scientific Congress “MACHINES, TECHNOLOGIES, MATERIALS. SUMMER SESSION», 11-14 September 2019, Borovets, Bulgaria
- Количество опубликованных тезисов докладов – 21;
- Количество премий и наград за научно-инновационные достижения – 2.
  - Лауреат конкурса «Молодые ученые» за научно-исследовательскую работу «Разработка рулонного проката с повышенной хладостойкостью и коррозионной стойкостью для нефтегазовых труб нового поколения», «Металл-Экспо» (Комиссаров А.А.).
  - Диплом лучшего «Преподавателя-исследователя», НИТУ «МИСиС» (Комиссаров А.А.).
  - Дипломы за лучшие устные доклады среди молодых ученых «Научно-технический семинар «Бернштейновские чтения по термомеханической обработке металлических материалов» (Мартыненко Н., Токарь А., Темралиева Д.).
  - Диплом за победу в открытом конкурсе молодых ученых на лучшую научно-исследовательскую работу на VIII Международной молодежной школы-конференции «Деформация и разрушение материалов и наноматериалов».

**Контактные реквизиты подразделения**

**Комиссаров Александр Александрович** – заведующий лабораторией, канд. техн. наук  
**Адрес:** 119049, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 4  
 (корпус «Б» НИТУ «МИСиС» Б-056)  
**Тел.:** +7 (495) 638-45-83  
**Сайт:** <http://hybrid-nano-lab.misis.ru/>

# НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КОНСТРУКЦИОННЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ»

**Московских Дмитрий Олегович**

Директор центра, кандидат технических наук



Основное направление центра связано синтезом различных наноструктурных материалов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) и горением растворов.

Главной целью НИЦ ККН является исследование фундаментальных основ самоподдерживающихся гетерогенных реакций в наноструктурированных средах с целью создания эффективных технологий получения новых материалов в режиме горения. Важной частью проекта является подготовка специалистов в области получения и исследования новых наноматериалов.

### **Основные направления исследований**

- получение керамических нанопорошков методом горения активированных наноструктурированных реакционных сред;
- получения керамических материалов совмещением процессов безгазового горения и искрового плазменного спекания (ИПС);
- получение керамических и металлических нанопорошков методом горения растворов;
- получение многослойных реакционных нанопленок совмещением методов механической активации и прокатки;
- разработка методов соединения тугоплавких и разнородных материалов;
- получение нанокompозитных материалов на основе металлических псевдосплавов совмещением механической активации и ИПС.

### **Материалы и их применение**

– *Разработка наноструктурированных бронепластин (SiC и B4C)*, керамических материалов для режущего инструмента ( $Al_2O_3-SiC$ ,  $Al_2O_3-SiC-Si_3N_4$ ), детекторов-прототипов  $SiC-Si_3N_4$  (Совместная работа с Курчатовским институтом и CERN) с заданными поверхностным и объемным электросопротивлением, для аэрокосмических применений синтезирован и получен компактный керамический материал на основе карбонитрида гафния  $HfC_xN_{1-x}$ , с теоретической температурой плавления выше  $4400\text{ }^\circ\text{C}$ .

Системы: SiC, B4C,  $Si_3N_4$ , SiC- $Si_3N_4$ , HfC, Hf-C-N, TiC, ZrC, NbC, TaC, AlN и др.

– *Разработка интерметаллидных и низко модульных сплавов для применения в 3D печати*  
Системы: Ni-Al, Nb-Al, Ti-Al, Ti-Si, Ti-Nb, Ti-Al-Ni и др.

– *Разрабатывается спектр материалов для создания новых катализаторов, конденсаторов, сенсоров, газовых датчиков, МДМ и МДП структур, пьезо- и термоэлектриков*  
Системы:  $Al_2O_3$ ,  $Y_2O_3$ ,  $ZrO_2$ ,  $Yb_2O_3$ ,  $Fe_3O_4$ ,  $Co_3O_4$ , NiO, MnO, ZnO,  $Pb(Zr_xTi_{1-x})O_3$ , Ni/SiO<sub>2</sub>, NiCu/SiO<sub>2</sub>, NiCo/SiO<sub>2</sub>, Ni/CeO<sub>2</sub>, NiCu/CeO<sub>2</sub>, Cu/ZnO, Pd/ZnO, Pd/CeO<sub>2</sub>, NiCuCo/SiO<sub>2</sub>

$Ca_3Co_4O_9$ ,  $NaCo_2O_4$ ,  $SrTiO_3$ ,  $In_2O_3$ ;

полые сферы Ni, Cu, Co, NiO, Cu<sub>2</sub>O, Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>.

– *Разрабатываются новые суперсплавы на основе высокоэнтропийных материалов*

Системы: Ti-Cu-Al-Ni-Nb, Fe-Ni-Cr-Co-Mn, Ni-Al-Cr-Fe-W(Mo), Hf-Zr-Ta-Nb-Ti и Hf-Zr-Ta-Mo-Ti.

– *Также группа разрабатывает СВС подходы по новому классу керамических высокоэнтропийных карбидов и боридов*

Системы:  $(Hf_{0.2}Zr_{0.2}Ta_{0.2}Nb_{0.2}Ti_{0.2})B_2$ ,  $(Hf_{0.2}Zr_{0.2}Ta_{0.2}Mo_{0.2}Ti_{0.2})B_2$  и  $(Hf_{0.2}Zr_{0.2}Mo_{0.2}Nb_{0.2}Ti_{0.2})C$ ,  $(Mo_{0.2}Zr_{0.2}Ta_{0.2}Nb_{0.2}Ti_{0.2})C$ .

– *Соединение тугоплавких и разнородных материалов*

Системы: C-C/C-C, SiC/Al, TiN/TiN, SiC/SiC, C-C/Ti, Ti/Ti и др.

**– Псевдосплавы для вакуумных электроконтактов**

Системы: Cu-Cr, Cu-Mo, Cu-W, Cu-Cr-Mo, Cu-SiC, Cu-Cr-SiC и др.

**Сотрудники**

**Научные консультанты:**

Мукасян Александр Сергеевич, ведущий эксперт, д.ф.-м.н., профессор

[https://www.researchgate.net/profile/A\\_Mukasyan](https://www.researchgate.net/profile/A_Mukasyan)

<https://scholar.google.com/citations?user=b8XySnEAAAAJ&hl=ru>

Рогачев Александр Сергеевич, заместитель директора, д.ф.-м.н., профессор

[https://www.researchgate.net/profile/A\\_Rogachev](https://www.researchgate.net/profile/A_Rogachev)

Орлов Алексей Олегович, ведущий эксперт, к.ф.-м.н., профессор

[https://www.researchgate.net/profile/Alexei\\_Orlov](https://www.researchgate.net/profile/Alexei_Orlov)

<https://scholar.google.com/citations?user=9hxe9tsAAAAJ&hl=ru>

**Сотрудники:**

Росляков Сергей Игоревич, к.т.н., научный сотрудник

[roslyakov.si@misis.ru](mailto:roslyakov.si@misis.ru)

[https://www.researchgate.net/profile/Sergey\\_Roslyakov](https://www.researchgate.net/profile/Sergey_Roslyakov)

<https://scholar.google.com/citations?hl=ru&user=4O2dzI4AAAAJ>

Непапушев Андрей Александрович, к.т.н., научный сотрудник;

[anepapushev@gmail.com](mailto:anepapushev@gmail.com)

[https://www.researchgate.net/profile/Andrey\\_Nepapushev](https://www.researchgate.net/profile/Andrey_Nepapushev)

<https://scholar.google.com/citations?user=RHV1Zg4AAAAJ&hl=ru>

Буйневич Вероника Сергеевна, аспирант, инженер

[https://www.researchgate.net/profile/Veronika\\_Buinevich](https://www.researchgate.net/profile/Veronika_Buinevich)

Кусков Кирилл Васильевич, аспирант, инженер

[https://www.researchgate.net/profile/Kirill\\_Kuskov](https://www.researchgate.net/profile/Kirill_Kuskov)

[https://scholar.google.com/citations?user=5fn\\_lxIAAAAAJ&hl=ru](https://scholar.google.com/citations?user=5fn_lxIAAAAAJ&hl=ru)

Трусов Герман Валентинович, инженер;

[https://www.researchgate.net/profile/German\\_Trusov](https://www.researchgate.net/profile/German_Trusov)

Седегов Алексей Сергеевич, аспирант, инженер

[https://www.researchgate.net/profile/A\\_Sedegov](https://www.researchgate.net/profile/A_Sedegov)

Zhanna Yermekova, постдок, научный сотрудник

[https://www.researchgate.net/profile/Zhanna\\_Yermekova2](https://www.researchgate.net/profile/Zhanna_Yermekova2)

Mohammad Abedi, аспирант, инженер-исследователь

[https://www.researchgate.net/profile/Mohammad\\_Abedi16](https://www.researchgate.net/profile/Mohammad_Abedi16)

Шкодич Наталья Федоровна, к.ф.-м.н., ведущий инженер

[https://www.researchgate.net/profile/Natalia\\_Shkodich](https://www.researchgate.net/profile/Natalia_Shkodich)

Подболотов Кирилл Борисович, к.т.н., ведущий эксперт

[https://www.researchgate.net/profile/Kirill\\_Podbolotov2](https://www.researchgate.net/profile/Kirill_Podbolotov2)

Романовский Валентин Иванович, к.т.н., ведущий эксперт

[https://www.researchgate.net/profile/Valentin\\_Romanovski](https://www.researchgate.net/profile/Valentin_Romanovski)

Хорт Александр Александрович, к.т.н., ведущий эксперт

[https://www.researchgate.net/profile/Alexander\\_Khort](https://www.researchgate.net/profile/Alexander_Khort)

Цыбулин Вадим Сергеевич, студент

Антонов Олег Захарович, студент

Бардасова Ксения Вячеславовна, студент

**Уникальное Оборудование**

Горячее прессование (Direct Hot Pressing - DSP-515 SA)

Искровое плазменное спекание (ИПС) (Spark Plasma Sintering - Labox 650, Sinter Land)

Лабораторный СВС-реактор постоянного давления

Высокоскоростная планетарная мельница «Активатор-2S»

Высокоскоростная видеокамера (PHANTOM Miro M310)

Стационарная инфракрасная камера (FLIR A655sc)

Перчаточный бокс (Dellix)

Просеивающая машина AS 200 control  
Дифференциальный сканирующий калориметр DSC 3  
Лабораторные вальцы ВМН-64-1Л

*Центр имеет возможность полной структурной аттестации материала: сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия, рентгеноструктурный анализ, динамическая рентгенография, БЭТ, измерение физико-механических свойств, ДСК, высокоскоростная видеосъемка (до 650 000 кадров/с), пирометрия, тепловизионная съемка, спектроскопия и т. д.*

Доступ к оборудованию разрешен, для этого необходимо написать на почту mos@misis.ru.  
Количество публикаций за 2019-2020 год - более 20 Q1 Web of Science

**Контактные реквизиты подразделения**

Московских Дмитрий Олегович – директор НИЦ «Конструкционные Керамические Наноматериалы».

**Тел./факс:** +7(495) 955-01-13, +7(915) 253-10-00

**E-mail:** mos@misis.ru

## УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА И СЕРТИФИКАЦИИ «МЕТАЛЛСЕРТИФИКАТ» (УНЦ СМИС)

**Полховская Татьяна Михайловна**

Директор центра, кандидат физико-математических наук, академик АПК,  
член Международной гильдии профессионалов качества, доцент



**Миссия:** «Передавать свои знания и практический опыт руководству и персоналу организаций любых сфер деятельности, помогая им совершенствовать свои системы менеджмента, и, тем самым, способствовать повышению конкурентоспособности организаций на отечественном и мировом рынках».

**Неизменная цель:** «Непрерывно совершенствуя свои знания и наращивая практический опыт, создавать максимальную ценность для наших потребителей и других заинтересованных сторон».

**Статус УНЦ СМиС «Металлсертификат» сегодня:**

– орган по сертификации продукции и систем менеджмента (ОС НИТУ «МИСиС») в Национальной системе аккредитации.

**Наши сертификаты на системы менеджмента** были выданы: строительной организации ООО «СМУ-4 Метростроя», группе компаний «ЭКОДАР», работающей в области проектирования, разработки и производства систем очистки воды, ЗАО «РОСА», энергетическим компаниям «МРСК Сибири» и ОАО «Томская распределительная компания», АО «Открытые технологии 98», ООО «Коллоидно-графитовые препараты», ООО «НЕОЛАБ», АО «Авиатехприемка», АО «Энергомонтаж Интернэшнл», ООО «НПФ «Техполиком», и др.

**Постоянный клиент ОС НИТУ «МИСиС» по сертификации продукции** – Акционерное общество «ArcelorMittal Poland» (Польша).

**Наши партнеры:**

Академия проблем качества (АПК), Всероссийская организация качества (ВОК), Международная гильдия профессионалов качества, Росстандарт, Европейская организация качества, НП «Росиспытания»; ТЮФ Рейнланд и СЖС.

**Основные направления деятельности:**

1 – реализация программ дополнительного профессионального образования персонала организаций и предприятий различных отраслей экономики и промышленности в области создания систем менеджмента, соответствующих требованиям действующих стандартов ISO 9001, ISO 14001, ISO 45 001.

2 – сертификация металлургической продукции;

3 – сертификация систем менеджмента.

**Основные направления научно-практической деятельности**

1 Совершенствование системы повышения квалификации специалистов в области менеджмента на основе качества.

2 Совершенствование методики дистанционного обучения по программам ДПО на платформе CANVAS.

3 Повышение результативности внедрения международных системных стандартов в организациях различных сфер деятельности.

4 Реализация процессного подхода на основе применения методов и инструментов бережливого производства и бережливого обеспечения.

5 Статистическое мышление, управление процессами (SPC) и анализ систем измерений (MSA).

6 Системный подход к управлению риском.

7 Системный подход к менеджменту инноваций.

8 Качество организаций и непрерывность бизнеса.

**Кадровый потенциал**

Наши сотрудники – самая главная наша ценность и наша гордость. В нашей команде работают:

4 члена Международной гильдии профессионалов качества (Адлер Ю.П., Шпер В.Л., Полховская Т.М. и Хунузиди Е.И.),

3 действительных члена Российской академии проблем качества (Адлер Ю.П., Шпер В.Л., Полховская Т.М.);

2 технических эксперта Национальной системы аккредитации (Гусарова С.Н., Назарова И.Г.);

5 экспертов Системы сертификации систем менеджмента (Хунузиди Е.И., Кузьмичева О.В., Гусарова С.Н., Назарова И.Г., Нуждин Г.А.).

**За 2019 год выполнены хозяйственные работы на сумму – 8 220 000, 00 руб., в т.ч.:**

– 12 договоров по сертификации и инспекционному контролю систем менеджмента;

– 2 договора по сертификации продукции ( в т.ч. 1 – международный);

– 20 обучений на базе НИТУ «МИСиС» сборных групп слушателей - работников организаций и предприятий различных сфер деятельности и форм собственности;

– 12 дистанционных обучений (в Canvas);

– 2 обучения на базе предприятий.

**Основные научно-технические показатели**

– опубликовано 24 статьи в российских научных журналах из списка ВАК («Стандарты и качество», «Методы менеджмента качества», «Контроль качества продукции»), «Чёрные металлы» (Scopus), монографиях и материалах национальных и международных конференций;

– участие в трёх национальных и международных конференциях.

**Основные публикации**

1 Адлер Ю.П. От Lean до Agile и далее без остановок, Часть 1 // Стандарты и качество, 2018. – № 2. – С. 60–63.

2 Адлер Ю.П. От Lean до Agile и далее без остановок, Часть 2 // Стандарты и качество, 2018. - № 3. – С. 76–79.

3 Адлер Ю.П. Алгоритмически неразрешимые задачи и искусственный интеллект // Экономика и управление: проблемы, решения, 2018. – Том 7 (77). – № 5, май. – С. 17–24.

4 Адлер Ю.П. Метрология: как не спотыкаться? Для лиц, пользующихся лабораторными протоколами, Часть 1 // Контроль качества продукции, 2018. - № 4. – С. 40–43.

5 Адлер Ю.П. Зачем менеджеру контрольные карты Шухарта? // Методы Менеджмента Качества, 2018. – № 7. – С. 30–34.

6 Адлер Ю.П. Метрология: как не спотыкаться? Для лиц, пользующихся лабораторными протоколами Часть 2. Мониторинг измерительных систем. Контрольные карты Шухарта // Контроль Качества Продукции, 2018. – № 6. – С. 49–52.

7 Адлер Ю.П. Метрология: как не спотыкаться? Для лиц, пользующихся лабораторными протоколами. Часть 3. Выборки по Демингу и пробоотбор // Контроль Качества Продукции, 2018. – № 8. – С. 42–45.

8 Адлер Ю.П. Так вот она какая, ТОУОТА! // Алтын Сапа, 2018. – № 1 (21). – С. 55-59.

9 Адлер Ю.П. Трактует Деминга: «Покончите с практикой закупок по самым низким ценам» // Алтын Сапа, 2018. - № 2 (22). – С. 54 – 56.

10 Шпер В.Л., Бутрамьева А.С., Тойболдинова З.Г.Эффективность крупнейших мировых компаний: разведочный анализ данных // Компетентность.-2018, №1, с.45-53

11 Шпер В.Л.Контрольные карты Шухарта как инструмент системного анализа // Системный анализ в экономике: Сборник трудов V Международной научно-практической конференции – биеннале (21–23 ноября 2018) / Под общ. ред. Г.Б. Клейнера, С.Е. Щепетовой. – М.: Прометей, 2018. – С. 261-262.

12 Борискин О.И., Благовещенский Д.И., Нуждин Г.А., Хунузиди Е.И. Метрологическое обеспечение оценки соответствия металлургической продукции.// Черные металлы. – 2018. – №9. – С. 65 – 68.

13 Кузелев Н.Р., Благовещенский Д.И., Нуждин Г.А., Хунузиди Е.И., Шпер В.Л. Метрологическое обеспечение, сертификация и управление качеством модернизации и ремонтно-восстановительных работ.// Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2018. – №10. – С. 8.

### **Контакты**

**Полховская Татьяна Михайловна** – Директор центра, канд. физ.-мат. наук, академик АПК, член Международной гильдии профессионалов качества, доцент

**Тел.:** +7 (495) 951-37-38; 953-66-67; 959-46-55

**E-mail:** metsert@mc.misis.ru

## НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЯ»

**Жуков Дмитрий Геннадьевич**

Директор ЦКП кандидат физико-математических наук



Центр коллективного пользования «Материаловедение и металлургия» научно-исследовательского профиля создан в 1998 г.

### **Основные цели и задачи ЦКП:**

– Обеспечение доступа исследователей к современной инфраструктуре сектора исследований и разработок на принципах режима коллективного пользования научным оборудованием.

– Повышение уровня научных исследований и качества образования путем формирования современных исследовательских комплексов, отвечающих мировым стандартам по техническим и эксплуатационным характеристикам приборного парка.

– Текущее содержание и развитие материально-технической базы путем дооснащения ЦКП приобретаемым современным прецизионным научным оборудованием для обеспечения и развития исследований в режиме коллективного пользования.

– Подготовка специалистов и кадров высшей квалификации (студентов, магистрантов, аспирантов, докторантов) на базе современного научного оборудования.

– Разработка новых и совершенствование существующих методов и методик научных исследований мирового уровня.

– Предоставление услуг сторонним организациям по использованию научного оборудования, развитие сферы услуг.

– Разработка и реализация мероприятий программы развития ЦКП.

В структуру ЦКП «Материаловедение и металлургия» входят лаборатории спектроскопических методов исследования, рентгеноструктурного анализа, электронной и атомно-силовой микроскопии, учебно-научный центр «Международная школа микроскопии» и межкафедральная учебно-испытательная лаборатория полупроводниковых материалов и диэлектриков «Монокристаллы и заготовки на их основе».

### **Основными научными направлениями центра являются**

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 ЦКП**

В ЦКП работают: 1 профессор, 1 научный сотрудник, 4 ведущих инженера, 2 инженера. Из них 1 доктор физико-математических наук, 4 кандидата физико-математических наук.

### **Общий объем финансирования**

Выполнено 2 научно-исследовательских работы, из них 1 грант РФФИ для молодых ученых и 1 грант РНФ. Общий объем финансирования НИР составил 2,0 млн руб. Проведены исследования в интересах сторонних организаций на сумму ~ 1,8 млн рублей.

**Важнейшие научно-технические достижения центра и наиболее крупные проекты, выполненные в 2019 г.**

*Диэлектрические и локальные пьезоэлектрические свойства модифицированных керамик на основе ниобата калия-натрия.* Изучено влияние катионных замещений в подрешетках А- и В- ниобата калия-натрия на параметры кристаллической структуры, микроструктуру, диэлектрические и локальные пьезоэлектрические свойства керамик  $(1-x)(K_{0.5}Na_{0.5})NbO_3-xBa(-Cu_{1/3}Nb_{2/3})O_3$  с  $x = 0 - 0.1$ , модифицированных легкоплавкой добавкой LiF. Образцы характеризуются фазовыми переходами, проявляющимися в виде аномалий диэлектрической проницаемости вблизи ~ 400 К и пиков при ~ 600 К. Методом силовой микроскопии пьезоотклика (СМП) получены изображения доменной структуры для всех исследуемых образцов керамики

KNN-xBCN, причем с увеличением концентрации BCN форма доменов меняется от полосовой к неправильной. Для образцов получены локальные петли пьезоэлектрического гистерезиса, что подтверждает переключение сегнетоэлектрической поляризации на наномасштабе. Результаты СМП измерений согласуются с результатами диэлектрических измерений. Эффективные значения пьезоэлектрических коэффициентов  $d_{33}$  хорошо коррелируют со значениями  $\epsilon_r$ . Высокие значения эффективных пьезоэлектрических коэффициентов  $d_{33} > 200$  pm/V, измеренные методом СМП, подтверждают перспективы создания новых высокоэффективных бессвинцовых пьезоматериалов на основе составов KNN.

**Наночастицы алмаза с высоким модулем объемной упругости.** Проведены работы по исследованию методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии углеродного материала, полученного обработкой частиц наноалмазов размером от 2 до 5 нм давлением 68 ГПа и обладающего модулем объемной упругости 607 ГПа. Исследовали особенности электронной структуры наноалмазов 2-5 нм, которые проявляются в спектрах РФЭС углерода при сравнении с наноалмазами размером 250 нм. Моделирование структур позволило связать наблюдаемый эффект с увеличением вклада сжатых поверхностных связей, когда размер наночастиц уменьшается до 2-5 нм.

**Исследование химического состава и глубины модифицированного слоя для пленок полиэтилентерефталата, обработанных в низкотемпературной плазме.** Проведены работы по исследованию методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии химического состава поверхности пленок полиэтилентерефталата (PET), обработанных в низкотемпературной плазме в различных условиях. Показано, что обработка приводит к образованию новых одинарных связей с кислородом за счет разрыва полимерной цепи и образования концевых фенольных и карбоксильных групп. Для оценки глубины модифицированного слоя использовали аргоновую кластерную пушку, встроенную в рентгеновский фотоэлектронный спектрометр. Были проведены эксперименты по длительному травлению пленок PET в различных режимах кластерной пушки с последующим измерением глубины полученных кратеров и определением скорости травления. Полученные значения скорости травления были использованы для оценки глубины модифицированного слоя.

**Влияние стабилизирующей примеси оксидов иттербия и гадолиния на особенности локальной структуры и транспортные свойства твердых растворов на основе диоксида циркония.** Проведены исследования кристаллической структуры, ионной проводимости и локальной структуры твердых растворов  $(ZrO_2)_{1-x}(Gd_2O_3)_x$  в широком диапазоне составов. Кристаллы  $(ZrO_2)_{1-x}(Gd_2O_3)_x$  ( $x = 0.028 - 0.33$ ) были выращены методом направленной кристаллизации из расплава. Исследования фазового состава кристаллов проводили методом рентгеновской дифрактометрии и просвечивающей электронной микроскопии. Транспортные характеристики изучали методом импедансной спектроскопии в температурном диапазоне 400 – 900 °С. Исследование локальной структуры кристаллов проводили методом оптической спектроскопии. В качестве спектроскопического зонда использовали ионы  $Eu^{3+}$ . Максимальная проводимость при температуре 900 °С (0.047 См/см) наблюдалась в кристаллах, содержащих 10 мол. %  $Gd_2O_3$ . Данный состав близок к границе между областями кубической и тетрагональной фаз. Для составов, соответствующих однофазной кубической области наблюдается уменьшение ионной проводимости с увеличением концентрации  $Gd_2O_3$ . Результаты исследования локальной структуры твердых растворов системы  $ZrO_2-Gd_2O_3$  позволили выявить особенности формирования оптических центров, которые отражают характер локализации кислородных вакансий в кристаллической решетке в зависимости от концентрации стабилизирующего оксида. Проведено сравнение экспериментальных и рассчитанных по различным моделям значений параметра кристаллической решетки и показано, что наилучшее совпадение данных наблюдается при использовании модели неравновероятного распределения кислородных вакансий. Установлена взаимосвязь кристаллической и локальной структуры с транспортными характеристиками кристаллов. Анализ полученных данных позволяет выделить области концентраций  $Gd_2O_3$ , в которых основное влияние на ионную проводимость оказывает либо фазовый состав, либо характер локализации кислородных вакансий в кристаллической решетке.

#### **Подготовка специалистов высшей квалификации**

Центр содействует в выполнении бакалаврских, магистерских, аспирантских и докторских работ для различных подразделений университета. Выполнены исследования для 28 магистров и бакалавров, 14 аспирантов.

**Основные публикации**

1. Agarkov D.A., Borik M.A., Bublik V.T., Chislov A.S., Kulebyakin A.V., Kuritsyna I.E., Kolotygin V.A., Lomonova E.E., Milovich F.O., Myzina V.A., Osiko V.V., Tabachkova N.Y. Phase stability and transport characteristics of  $(\text{ZrO}_2)_{1-x}(\text{Sc}_2\text{O}_3)_x(\text{CeO}_2)_y$  and  $(\text{ZrO}_2)_{1-x-y-z}(\text{Sc}_2\text{O}_3)_x(\text{CeO}_2)_y(\text{Y}_2\text{O}_3)_z$  solid solution crystals // *Journal of Alloys and Compounds*. 2019. V. 791. pp. 445-451.

2. Alexey Vereschaka, Vladimir Tabakov, Sergey Grigoriev, Nikolay Sitnikov, Filipp Milovich, Nikolay Andreev, Jury Bublikov. Investigation of wear mechanisms for the rake face of a cutting tool with a multilayer composite nanostructured Cr–CrN-(Ti,Cr,Al,Si)N coating in high-speed steel turning // *Wear*. 2019. V. 438-439, P. 203069.

3. Chuvil'deev, V.N., Kopylov, V.I., Nokhrin, A.V., Tryaev, P.V., Chegurov, M.K., Kozlova, N.A., Mikhaylov, A.S., Ershova, A.V., Grayznov, M.Y., Shadrina, I.S., Likhnikskii, C.V., Tabachkova N.Y. Effect of severe plastic deformation realized by rotary swaging on the mechanical properties and corrosion resistance of near- $\alpha$ -titanium alloy Ti-2.5Al-2.6Zr // *Journal of Alloys and Compounds*. 2019. V. 785. pp. 1233-1244.

4. V.V. Kochervinskii, M.A. Gradova, O.V. Gradov, D.A. Kiselev, T.S. Ilina, A.V. Kalabukhova, N.V. Kozlova, N.A. Shmakova, S.A. Bedin. Structural, optical, and electrical properties of ferroelectric copolymer of vinylidene fluoride doped with Rhodamine 6G dye // *Journal of Applied Physics*. 2019. V. 25, N 4. P. 044103.

5. Alexey Vereschaka, Vladimir Tabakov, Sergey Grigoriev, Nikolay Sitnikov, Gaik Oganyan, Nikolay Andreev, Filipp Milovich. Investigation of wear dynamics for cutting tools with multilayer composite nanostructured coatings in turning constructional steel // *Wear*. 2019. V. 420-421, pp. 17-37.

6. E.D. Politova, N.V. Golubko, G.M. Kaleva, A.V. Mosunov, N.V. Sadovskaya, Yu.S. Stefanovich, D.A. Kiselev, A.M. Kislyuk, M.V. Chichkov, P.K. Panda. Structure, ferroelectric and piezoelectric properties of KNN-based perovskite ceramics // *Ferroelectrics*. 2019. V. 538. P. 45-51.

**Основные научно-технические показатели**

– количество публикаций: статей – 39, в том числе: индексируемых в базе данных Web of Science – 32; из списка ВАК – 12;

– сотрудники центра приняли участие в 4 международных конференциях.

**Контакты**

**Жуков Дмитрий Геннадьевич** – директор ЦКП, канд. физ.-мат. наук

**Тел.:** +7(495) 638-45-90; +7(495) 638-45-46

**E-mail:** Dmitry.zhukov@misis.ru; mvoron@bk.ru

**НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
«НАНОМАТЕРИАЛОВ И НАНОТЕХНОЛОГИЙ» (ЦНН)**

**Горчаков Юрий Алексеевич**

Эксперт ЦНН, кандидат технических наук

Научно-образовательный Центр «Наноматериалов и нанотехнологий» (ЦНН) создан приказом ректора ГТУ «МИСиС» от 22.10.2007 № 389 о.в.

**Основные задачи Центра:** разработка и реализация научных исследований, инновационной деятельности и образовательных программ в области наноматериалов и нанотехнологий.

Численность сотрудников в 2019 г. – 15, из них 2 доктора наук и 5 кандидатов наук.

Количество организаций, воспользовавшихся услугами ЦНН в 2019 г. – 2.

**Общий объём финансирования** научно-исследовательских работ в 2019 г. – 20 млн. руб.

**Научные проекты** центра в 2019 году были связаны с разработкой физико-химических основ и технологий получения нанокристаллических материалов, в т.ч., магнитных, композиционных наноматериалов с металлической и полимерной матрицей, материалов, подвергнутых облучению, механоактивации, быстрому охлаждению, интенсивной пластической деформации и другим воздействиям, обеспечивающим высокий уровень эксплуатационных свойств.

**Наиболее значимые проекты 2019 года Научно-образовательного «Центра наноматериалов и нанотехнологий» НИТУ «МИСиС»**

**1.** Выполнен 3-й, заключительный этап работ в рамках Государственного задания № 16.5607.2017/БЧ по теме «Влияние режима охлаждения при кристаллизации прецизионных сплавов на их структуру и свойства». Общий объём финансирования темы на 3 года 45 млн. руб.

В соответствии с планом реализации проекта в 2019 году были выполнены следующие работы:

- исследована макро- и микроструктура образцов прецизионных сплавов методами оптической и электронной микроскопии;
- проведён фазовый анализ образцов методами рентгеноструктурного анализа;
- измерены служебные свойства прецизионных сплавов;
- проведён сравнительный анализ структуры образцов прецизионных сплавов, полученных применением различных технологических цепочек с целью определения оптимальной технологии производства.

Подготовлены семь научных статей, индексируемых в базе данных Web of Science и попадающие в первый квартиль.

**2.** Выполнен 3-й, заключительный этап работ в рамках Государственного задания № 11.1397.2017/ПЧ по теме «Влияние способов получения сплавов на основе несмешивающихся компонентов на их структуру и служебные свойства». Общий объём финансирования темы на три года 15 млн. руб.

В соответствии с планом реализации проекта в 2019 году были выполнены следующие работы:

- проведены эксперименты по волочению полученных образцов Fe<sub>70</sub>Cu<sub>30</sub>;
- проведены эксперименты по термообработке деформированных образцов Fe<sub>70</sub>Cu<sub>30</sub>;
- исследованы структура и магнитные свойства полученных образцов;
- проведена закалка из расплава сплава Fe<sub>70</sub>Cu<sub>30</sub> с целью измельчения структуры железосодержащей фазы с характерным размером 200 нм.

Подготовлены четыре научные статьи, индексируемые в базе данных Web of Science и попадающие в первый квартиль.

**Наиболее значимые публикации в 2019 году:**

1. P.M.Bazhin, E.V.Kostitsyna, A.M.Stolin, A.M. Chizhikov, M.Ya.Bychkova, A.Pazniak. Nanostructured ceramic composite rods: Synthesis, properties and application. *Ceramics International*. Volume 45, Issue 7, Part A, May 2019, Pages 9297-9301. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2019.01.188>

2. Ella L Dzidziguri, Elena N Sidorova, Marzhan Inkar, Andrey G Yudin, Elena V Kostitsyna, Dmitriy Yu Ozherelkov, Konstantin V Slusarsky, Anton Yu Nalivaiko and Alexander A Gromov.

Cobalt nanoparticles synthesis by cobalt nitrate reduction // Mater. Res. Express 6 (2019) 105081  
<https://doi.org/10.1088/2053-1591/ab3ca8>

3. Санин В.В., Филонов М.Р., Юхвид В.И., Аникин Ю.А., Икорников Д.М. Получение сплава 70%Cu–30%Fe методами СВС-металлургии и электрометаллургии. Сравнительный анализ микроструктур. Изв. вузов. Порошк. металлургия и функц. покрытия. 2019. No. 2. С. 33–41. DOI [dx.doi.org/10.17073/1997-308X-2019-2-33-41](https://doi.org/10.17073/1997-308X-2019-2-33-41)

4. Филонов М. Р., Санин В. В., Дзидзигури Э. Л., Аникин Ю. А., Костицина Е. В. // Исследование микроструктуры сплава Fe<sub>30</sub>Cu<sub>70</sub> полученного по разным технологиям / «Сталь» ООО «Интермет Инжиниринг», № 10. 2019; стр. 60–65. ISSN 0038–920X.

5. Филонов М. Р., Санин В. В., Аникин Ю. А., Костицина Е. В., Видинеев С.Н. // Исследование двухфазного состояния расплавов системы Fe-Cu при их охлаждении в вискозиметре / Известия Высших Учебных Заведений. Черная Металлургия., №11, Том 62, 2019. С 852-859. ISSN: 0368-0797. DOI: [10.17073/0368-0797-2019-11-852-859](https://doi.org/10.17073/0368-0797-2019-11-852-859).

#### **Основные научно-технические показатели**

Количество публикаций: статей - 44, в том числе: в российских научных журналах из списка ВАК – 21, в научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science - 11; количество объектов интеллектуальной собственности – 2 программы для ЭВМ; количество выставок, на которых были представлены экспонаты или стенды научных разработок с участием сотрудников ЦНН - 17; количество конференций, в которых участвовали сотрудники ЦНН – 10.

#### **Контакты**

**Адрес:** Москва, Ленинский проспект, дом 6 стр. 2, комн. А-614.

**Тел.:** 8(499)236-59-26

# ФИЛИАЛЫ

## ВЫКСУНСКИЙ ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСИС»

**Кудашов Дмитрий Викторович**

Директор филиала, кандидат технических наук



Выксунский филиал НИТУ «МИСиС» является обособленным структурным подразделением Университета. Учредителем Выксунского филиала НИТУ «МИСиС» является Министерство образования Российской Федерации.

Основным работодателем и партнером филиала являются предприятия Выксунской производственной площадки АО «Объединенная металлургическая компания» и ПАО «Русполимет».

Направления научных исследований филиала определяются целями и задачами, содержащимися в программе развития филиала, иных локальных правовых актах, и направлены на реализацию исследовательских проблем в области металлургии.

### **Основные направления научных работ филиала**

- Моделирование процессов разлива стали.
- Совершенствование технологии производства трубного проката.

В научно-исследовательской деятельности филиала принимают участие кафедры на общественных началах, профессорско-преподавательский состав и студенты. В 2019 году сохранилась тенденция увеличения количества научно-исследовательских работ выполненных штатными ППС филиала.

В научно-исследовательской и (или) научно-методической работе приняли участие 100 % преподавателей.

В 2019 году велись работы по 5 темам для базового предприятия АО «Выксунский металлургический завод» и ПАО «Русполимет». Выполнено работ на сумму 9,4 млн. руб, по темам:

1. Исследование особенностей горячей прокатки и термической обработки толстых листов и плит из конструкционных марок стали на стане 5000. Исполнители: Ионов С.М., Тихонов С.М.

2. Разработка способов снижения и стабилизации окисленности металла в сталеразливочном ковше перед внепечной обработкой в условиях ЛПК АО «ВМЗ». Исполнитель: Сафонов В.М.

3. Разработка технологических рекомендаций по непрерывной разливке стали марки ОС для получения качественных черновых заготовок вагонных осей. Исполнитель: Сафонов В.М.

4. Совершенствование экспертной системы технологической поддержки производства проката на стане 1950 ЛПК АО «ВМЗ». Исполнители: Ионов С.М., Тихонов С.М.

5. Исследование методом моделирования поведения металла и шлака в сталеразливочном ковше в ходе продувки расплава инертным газом и наполнения слитка Исполнитель: Сафонов В.М.

При непосредственном участии преподавательского состава филиала за 2019 год было опубликовано более 200 статей в изданиях, включенных в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), из которых более 30 статей из журналов, рекомендованных ВАК, в том числе 10 статьи – в научной периодике, индексируемой в системе цитирования Web of Science, 19 статьи – в научной периодике, индексируемой в системе цитирования Scopus. Преподаватели приняли участие в 18 научно-практических конференциях, в сборниках материалов которых опубликовано 58 докладов студентов (из них 2 пленарных доклада). Научные статьи публикуются в таких журналах, как Journal of Luminescence, Inorganic Material, Optical Materials, «Сталь», «Производство проката», «Известия ВУЗов», «Черная металлургия» и др., а также в сборниках материалов международных, всероссийских, региональных научно-практических конференций и сборниках научных трудов.

В целом, следует отметить увеличение научной активности ППС в написании научных статей и опубликованию их в ведущих периодических изданиях журналах и сборниках.

За 2019 год студенты филиала совместно с профессорско-преподавательским составом приняли участие в 18 конференциях различных уровней, по результатам которых было опубликовано более 50 исследовательских работ.

Преподаватели и студенты филиала регулярно принимают активное участие в научных мероприятиях, организованных другими вузами и организациями (виде экспертов, членов организованных и программных комитетов конференций, членов жюри олимпиад профессионально мастерства).

Преподаватели и студенты участвуют в различных конкурсах: в региональной студенческой олимпиаде по инженерной и компьютерной графике, проводимой Нижегородским областным советом по НИРС, Конкурс проектных работ имени академика А.А. Бочвара (победители и призеры), в всероссийском конкурсе «Лучший молодой преподаватель-2019».

На базе Выксунского филиала НИТУ «МИСиС» была организована и проведена VI региональная межвузовская научно-практическая конференция «Творчество молодых – родному региону» к участию принято 104 доклада из регионов России, из них 70 доклад для очного участия. Количество участников конференции 212 человек. По итогам работы конференции издан сборник материалов конференции размещенный в РИНЦ.

Вся издаваемая научная и учебно-методическая литература передается в библиотеку филиала в необходимом количестве, систематически используется в образовательном процессе.

Результативность научно-исследовательской деятельности студентов на протяжении 2019 г. поддерживается на достаточно высоком уровне.

По состоянию на 1 января 2019 года состав студенческого научного общества насчитывает 58 человек.

В 2019 году из 236 студентов очной формы обучения 63 человек приняли участие в НИРС, что составляет 27 %.

Развитие научно-исследовательской деятельности филиала в целом имеет стабильный характер.

**Научно-исследовательская деятельность филиала осуществляется по следующим основным направлениям:**

– проведение научных исследований, подготовка и издание научной и учебно-методической литературы;

– проведение научных, научно-методических, научно-практических конференций, семинаров, круглых столов;

– научно-исследовательская работа студентов;

– участие в конкурсах, целевых программах, хоздоговорах.

**В 2019 году научная работа была организована в рамках следующих направлений:**

– подготовка учебных пособий по дисциплинам;

– подготовка научных статей, материалов научно-практических конференций и семинаров по темам НИРС;

– повышение квалификации ППС, ведение индивидуальной научно-исследовательской работы;

## ФИЛИАЛЫ

---

- организация и проведение научных мероприятий различного уровня;
- подготовка отзывов на рабочие учебные программы, учебные пособия и методические материалы;
- участие ППС и студентов в конкурсах на соискание грантов, премий и т.д.;
- внеаудиторная работа со студентами (организация и проведение научных конференций, круглых столов, научных кружков, мастер-классов);
- участие в научных проектах НИТУ «МИСиС».

### **Контактные реквизиты**

**Кудашов Дмитрий Викторович** – Директор филиала, канд. техн. наук  
607036, Нижегородская область, г. Выкса, р. п. Шиморское, ул. Калинина, д. 206

**Тел.:** +7 83177 41 243; +7 83177 4-12-41

**E-mail:** vfmisis@mail.ru, vfmisis@misis.ru

**Сайт:** vf.misis.ru

## НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ НИТУ «МИСИС»

**Котова Лариса Анатольевна**  
Директор



### Общая информация о филиале

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС» является единственным высшим учебным заведением Оренбургской области, осуществляющим подготовку инженерных кадров металлургической направленности.

НФ НИТУ «МИСИС» ведет подготовку бакалавров по 8 направлениям:

- «Металлургия»;
- «Технологические машины и оборудование»;
- «Электроэнергетика и электротехника»;
- «Теплоэнергетика и теплотехника»;
- «Химическая технология»;
- «Прикладная информатика»;
- «Экономика»;
- «Менеджмент».

Высокий уровень подготовки выпускников филиала гарантирует их востребованность промышленными предприятиями региона.

Выпускники НФ НИТУ «МИСИС» успешно работают на таких крупных металлургических предприятиях, как «Уральская Сталь», «Северсталь», «ММК», «Тулачермет», «МЕЧЕЛ», «ЧТПЗ», «ЮУМЗ», «ВМЗ», «ОМЗ-Сталь» и др.

В структуре учебного заведения два факультета (металлургических технологий и заочного обучения) и четыре кафедры: математики и естествознания, металлургических технологий и оборудования, электроэнергетики и электротехники, гуманитарных и социально-экономических наук. К учебному процессу привлечено 50 преподавателей, в том числе 4 с ученой степенью доктора и 38 – кандидата наук.

В своей работе, коллектив филиала опирается на научно-методический потенциал НИТУ «МИСИС», а с целью обеспечения практико-ориентированности процесса обучения, активно использует производственно-технологическую базу таких крупных промышленных предприятий региона как АО «Уральская Сталь», ЗАО «Рифар», ООО «Южно-уральская ГПК», АО «МК ОРМЕТО-ЮУМЗ», АО «Оренбургские минералы» и др. В НФ НИТУ «МИСИС» действуют 20 специализированных лабораторий, оснащенных современным оборудованием и приборами, что способствует усвоению знаний и организации научной деятельности студентов и преподавателей.

### Область и направления научных исследований

На кафедре металлургических технологий и оборудования (заведующий кафедрой – Шаповалов А.Н., к.т.н., доцент) ведутся научные разработки ресурсо- и энергосберегающих технологий металлургических производств, технологий аддитивного производства, а также исследования в области повышения надежности и долговечности деталей металлургических машин.

На кафедре электроэнергетики и электротехники (заведующая кафедрой – Мажирова Р.Е., к.П.н., доцент) ведутся разработки устройств плавного пуска электродвигателей переменного тока с векторно-импульсным управлением в электроприводах с повышенным пусковым моментом.

Преподавателями кафедры математики и естествознания (зав. кафедрой – Гюнтер Д.А., к.ф.-м.н.) проводятся исследования в области развития профессиональной направленности личности студентов технических специальностей, а также изыскания в области совершенствования технологии коксохимического производства.

Основным научным направлением, развиваемым на кафедре гуманитарных и социально-экономических наук (заведующая кафедрой – Измайлова А.С., к.э.н., доцент), является форми-

рование рыночных стратегий развития предприятий, разработка новых и адаптация существующих методов, механизмов и инструментов функционирования хозяйствующих субъектов.

### **Общий объем финансирования НИР**

За 2019 год суммарный объем выполненных хозяйственных научно-исследовательских работ (НИР), финансируемых реальным экономическим сектором, составил более 5,2 млн. рублей. Основными потребителями научных разработок стали АО «Уральская Сталь» и ООО «Южно-уральская ГПК», по следующим темам:

- «Разработка рекомендаций по использованию коксового орешка на доменных печах АО «Уральская Сталь»;
- «Повышение производительности сгустителей участка обезвоживания шламов в результате использовании различных видов коагулянтов в условиях АО «Уральская Сталь»;
- «Проведение лабораторных исследований проб брикетов из отходов металлургического производства».

В 2019 году завершились работы по проекту «Развитие аддитивных технологий получения объемных деталей при плазменном припекании порошковых композитных материалов», реализуемому при финансировании Минобрнауки РФ в рамках государственного задания. Общий объем финансирования по этому проекту (за период с 2017-2019 гг.), составил более 14 млн. рублей, из которых 13,4 млн. рублей – средства Минобрнауки РФ и 600 тыс. рублей – средства промышленных партнеров – ООО «ПлазмоТех-МГТУ», г. Магнитогорск.

В итоге, суммарные доходы от научной деятельности за 2019 год составили 9,8 млн. рублей, что в пересчете на одну ставку научно-педагогических работников Филиала составляет более 300 тыс. рублей.

### **Важнейшие достижения филиала в научных исследованиях за 2019 г.**

Успешно завершён третий заключительный этап работы по проекту «Развитие аддитивных технологий получения объемных деталей при плазменном припекании порошковых композитных материалов», реализуемому в рамках государственного задания совместно с научными работниками МГТУ им. Г.И. Носова. В ходе работ по проекту, проводимых в течение 2019 года, были решены следующие задачи:

- разработаны технологические режимы получения износостойких покрытий из композиционных порошковых материалов;
- выполнены лабораторные испытания износостойких покрытий, полученных методом плазменного селективного припекания;
- разработаны составы и технические требования для порошковых материалов, обеспечивающих формирование износостойких наплавленных покрытий методом плазменного селективного припекания. Разработаны технические условия на порошки для плазменно-селективного припекания (каталог порошковых композиционных материалов);
- разработаны технологические регламенты для нанесения износостойких покрытий на изделия. Проведена промышленная апробация разработанной технологии нанесения износостойких покрытий на изделия методом плазменного селективного припекания с последующим испытанием деталей шламового насоса;
- получен патент на изобретение «Плазмотрон для плазменно-селективного припекания порошков»;
- зарегистрирована программа для ЭВМ «Расчет технологических параметров процесса селективного плазменного припекания порошковых композиционных материалов»
- исполнителями проекта, защищены две кандидатские диссертации и подготовлены к защите ещё две докторские диссертации;
- результаты исследований опубликованы в 19 статьях, из которых 3 статьи в научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science, 14 статей в научных журналах, индексируемых в базе данных Scopus (в том числе 8 статей в журналах из 1-го и 2-го квартиля) и 2 статьи в научных журналах индексируемых в базе данных European Reference Index for the Humanities.

За 2019 год при активном участии преподавателей филиала было получено 2 патента РФ на изобретения:

- патент № 2705847 РФ «Плазмотрон для плазменно-селективного припекания порошков»;

– патент № 2690242 РФ «Гидрофобизирующий минеральный порошок с антислёживающим эффектом».

Кроме того, в настоящее время экспертизу в ФИПС проходят ещё 2 заявки на изобретения:

– заявка № 2017125907 «Олеофилизатор минеральных порошков-наполнителей поливинилхлоридных композиций и способ его получения»;

– заявка № 2017130251 «Магнезиальное вяжущее низкой водопотребности».

Всего за 2019 год студенты филиала совместно с преподавательским составом приняли участие в 6 конференциях различных уровней, по результатам которых было опубликовано 119 исследовательских работ. При непосредственном участии преподавательского состава филиала за 2019 год было опубликовано 56 статей в изданиях, включенных в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), из которых 19 статей из журналов, рекомендованных ВАК, а также 17 статей – в периодических изданиях, индексируемых в системе Web of Science и Scopus.

В 2019 г. научные достижения преподавателей филиала были отмечены персональными стипендиями губернатора Оренбургской области; премиями конкурса «Молодые учёные 2019», проводимой в рамках 25-й Международной промышленной выставки «Металл-Экспо»;

В 2019 г. сотрудники филиала, Е.В. Овчинникова и Д.Р. Ганин, защитили диссертации на соискание степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

На базе Новотроицкого филиала НИТУ «МИСиС» в рамках «Дней науки» проведено две Межрегиональные научно-технические конференции: «Наука и производство Урала» (апрель 2019 г) и «Наука - это ты!» (май 2019 г). По результатам работы конференций опубликованы сборники научных трудов.

#### **Контактные реквизиты филиала**

**Котова Лариса Анатольевна** – директор филиала

**Тел.:** (3537) 67-97-29

**E-mail:** nf@misis.ru

**Адрес:** Новотроицкий филиал Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (НФ НИТУ «МИСиС»).

462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8.

**ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«МИСИС» В Г. ГУБКИНЕ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ  
(Губкинский филиал НИТУ «МИСиС», ГФ НИТУ «МИСиС»)**

**Репников Николай Иванович**

Директор ГФ НИТУ «МИСиС», кандидат физико-математических наук



Сегодня Губкинский филиал НИТУ «МИСиС» находится на пути становления одного из ключевых научно-образовательных центров Белгородского региона в части подготовки кадров для предприятий горно-металлургического кластера.

Основными направлениями научной деятельности ГФ НИТУ «МИСиС» являются:

- горное дело;
- горное машиностроение;
- охрана труда и защита окружающей среды.

В 2019 году учеными филиала с успехом решены научные задачи в основном прикладного характера для крупнейших горнорудных предприятий Белгородской области: АО «Лебединский ГОК» и АО «Стойленский». Коллектив филиала выполнил научно-исследовательские работы, суммарный объем которых составил более 4 млн. руб.

**Важнейшие достижения института в научных исследованиях в 2019 году**

В 2019 году на кафедре горного дела начата работа в рамках договора НИР № ЛГ-190888 «Разработка методики шихтоподготовки руды в карьере с учетом использования ЦПТ» для АО «Лебединский ГОК» с общим объемом финансирования 5 млн. руб. Стоимость работ в 2019 году составила 2 млн. руб. Кроме того, заключен договор на выполнение НИР № ЛГ-192438 «Разработка методики по нормированию и учету потерь железа при переработке железных руд и производстве железорудной продукции» для АО «Лебединский ГОК» с общим объемом финансирования 2,8 млн. руб. Стоимость работ в 2019 году составила 1,033 млн. руб. В 2019 году продолжено выполнение научной работы в рамках договора № 920 с АО «Стойленский ГОК» с объемом финансирования 1,01 млн. руб.

**Основные научно-технические показатели ГФ НИТУ «МИСиС» в 2019 году**

На базе филиала проведены секции двух всероссийских конференций, посвященные вопросам горного дела, и проведена одна научно-производственная конференция совместно с АО «Комбинат КМАруда». Общее количество участников составило более 100 человек.

Преподавателями вуза опубликована 31 научная статья, из которых: 7 – в российских журналах из списка ВАК, 27 – в РИНЦ и 5 – в журналах, входящих в Scopus.

Представлено 6 экспонатов на выставках. Сотрудники филиала приняли участие в 14 международных и всероссийских научных конференциях.

Развитие научной деятельности в ГФ НИТУ «МИСиС» основано на большом научном потенциале ученых филиала и кооперации с научными коллективами НИТУ «МИСиС». Особым приоритетом для научного развития филиала является кооперация и взаимодействие с ведущими горно-добывающими предприятиями региона.

**Контакты**

**Репников Николай Иванович** – директор ГФ НИТУ «МИСиС», канд. физ.-мат. наук

**Приемная комиссия:** (47241) 5-55-24; **Приемная директора:** (47241) 5-51-83

**E-mail:** gf@misis.ru

**Сайт:** <http://www.gf.misis.ru>

**Адрес:** ГФ НИТУ «МИСиС» 309186, Белгородская область, г. Губкин, ул. Комсомольская, д. 16

## СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА (ФИЛИАЛ НИТУ «МИСиС»)

**Боева Анна Вячеславовна**

Директор СТИ НИТУ «МИСиС», кандидат педагогических наук



Сегодня Старооскольский технологический институт имени А.А. Угарова является одним из крупнейших научно-образовательных центров Белгородского региона в области металлургии, машиностроения, автоматизации производственных процессов и информационных технологий.

Основными направлениями научной деятельности СТИ НИТУ «МИСиС» являются:

- новые технологии, в том числе энергосберегающие в металлургии;
- металловедение;
- создание новых марок сталей и сплавов;
- технологии обработки металлов давлением;
- технологии машиностроения;
- технологии упрочнения и восстановления деталей машин и оборудования горно-металлургического производства;
- новые технологии рационального природопользования, ресурсо- и энергосберегающие технологии;
- современные информационные технологии, базирующиеся на методах искусственного интеллекта, нейронных сетях, мультиагентных технологиях;
- интеллектуальные системы управления технологическими процессами и производствами;
- экономика.

В 2019 году учеными института с успехом решены научные задачи в основном прикладного характера для крупнейших предприятий и организаций Центрального региона России. Коллективом института проведено 17 научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, суммарный объем которых составил более 66 млн. руб., большая часть из них выполнена в области металлургии, машиностроения, информационных технологий и энергосбережения.

### **Важнейшие достижения института в научных исследованиях в 2019 году**

1. На кафедре металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой (заведующий кафедрой, д.т.н., доцент Кожухов А.А.) в 2019 году в рамках проектной части государственного задания выполнено исследование по теме: «Разработка комплекса технологических и технических решений, направленных на снижение энерго- и материалоемкости основных металлургических процессов и повышение качества производимой продукции» с общим объемом финансирования 45 млн. руб. на 2017–2019 гг. Стоимость работ в 2019 году составила 15 млн. руб., из которых 5 млн. руб. – софинансирование индустриальным партнером АО «ОЭМК». Кроме того, на кафедре совместно с такими предприятиями как АО «ОЭМК», АО «ЛГОК» и ООО «РГХО», проводились научные исследования по следующим направлениям:

- «Разработка способа защиты поверхности исходных заготовок перед нагревом для снижения окалинообразования и величины обезуглероженного слоя в готовом прокате» (АО «ОЭМК») на 2015–2019 гг., общий объем финансирования 1 275 тыс. руб. В 2019 году выполнены работы, финансирование которых составило 375 тыс. руб.;
- «Подбор химического состава стали для обеспечения механических и других характеристик готового проката АО «ОЭМК», стоимость работ в 2019 году составила 6 млн. руб.;
- «Разработка технологии производства автоматных сталей (не содержащих свинца) за счет модификации сульфидных включений АО «ОЭМК» на общую сумму 15 млн. руб., стоимость работ в 2019 году составила 741 тыс. руб.

2. Коллектив кафедры автоматизированных и информационных систем управления (заведующий кафедрой, д.т.н., профессор Ю.И. Еременко) завершил работу по гранту РФФИ на

тему: «Разработка метода нейросетевого управления двухколесным балансирующим роботом в режиме реального времени» на сумму 325 тыс. руб.

В 2019 году продолжилась работа по договору на выполнение научно-исследовательских работ с АО «ОЭМК»: «Разработка и внедрение системы автоматизированного распознавания литой заготовки на загрузке печей нагрева СПЦ-1», общий объем финансирования 13 млн. руб., стоимость работ в 2019 году составила 8 млн. руб.

3. На кафедре Технологии и оборудования в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта (заведующий кафедрой, к.т.н., доцент А.В. Макаров), совместно с АО «ОЭМК», выполнялись следующие работы:

– «Повышение стойкости теплонагруженных элементов МНЛЗ №1-4 ЭСПЦ» общий объем финансирования 8 625 тыс. руб., в 2019 году выполнены работы, финансирование которых составило 2 875 тыс. руб.;

– «Разработка технологий восстановления роликов СПЦ-1 с использованием материалов, обеспечивающих повышение стойкости и исключают травмирование проката» (АО «ОЭМК») на общую сумму 15 млн. руб., стоимость работ в 2019 году составила 14 млн. руб.;

– «Разработка технологических карт ремонта оборудования АО «Стойленский ГОК» общий объем финансирования 12 226 тыс. руб., в 2019 году выполнены работы, финансирование которых составило 2 859,12 тыс. руб.;

– «Разработка рабочей документации: на нестандартизированное оборудование и на ремонт горно-обогачительного оборудования при аварийных и внеплановых работах» общий объем финансирования 4 320 тыс. руб., в 2019 году выполнены работы, финансирование которых составило 1 440 тыс. руб.;

– «Повышение ресурса работы дробильно-обогачительного оборудования РКАО «Стойленский ГОК» общий объем финансирования 11 743 тыс. руб., в 2019 году выполнены работы, финансирование которых составило 2 543,416 тыс. руб.;

– «Технический надзор выполнения СМР и контроль качества выполненных работ АО «Стойленский ГОК» общий объем финансирования 400 тыс. руб., в 2019 году выполнены работы, финансирование которых составило 300 тыс. руб.;

– «Разработка технологических карт ремонта оборудования АО «Стойленский ГОК» общий объем финансирования 400 тыс. руб., в 2019 году выполнены работы, финансирование которых составило 300 тыс. руб.

Владимировым А.А., ассистентом кафедры ТОММ им. В.Б. Крахта, выигран грант с Департаментом внутренней и кадровой политики Белгородской области на тему: «Разработка приставки на основе технологии вибрационного резания для точения труднообрабатываемых материалов и наплавленных поверхностей» на сумму 70 тыс. руб.

4. Коллектив кафедры экономики, управления и организации производства (заведующий кафедрой, д.э.н., доцент О.А. Новикова) в 2019 г. выиграл грант РФФИ с софинансированием Департаментом внутренней и кадровой политики Белгородской области на тему: «Тенденции развития российских горнодобывающих кластеров с учетом производственных, экономических, социальных и экологических факторов» под руководством профессора, д.э.н. Самаринной В.П. на сумму 300 тыс. руб.

В 2019 году создана лаборатория восстановления и упрочнения деталей горного и металлургического оборудования, в задачи которой входят разработка и внедрение в промышленное производство перспективных материалов, технологий и оборудования для повышения износостойкости и ремонта ответственных деталей и узлов горного и металлургического оборудования.

### **Основные научно-технические показатели СТИ НИТУ «МИСиС» в 2019 году**

В 2019 году были достигнуты следующие научно-технические показатели:

– на базе института проведены две всероссийские конференции и одна с международным участием, в которых приняло участие более 500 человек;

– опубликовано более 550 научных статей, из них: 63 – в российских журналах из списка ВАК, 216 – в РИНЦ, 7 – в Web of Science и 37 – в Scopus;

– выпущено 7 монографий, 1 из которых издана в зарубежном издательстве;

– защищено 4 кандидатские и 1 докторская диссертации;

- в конкурсе Фонда содействия инновациям «У.М.Н.И.К.» победили 2 студента филиала;
- учеными получено 4 свидетельств государственной регистрации программ для ЭВМ и 3 патента;
- сотрудники института приняли участие в 82 международных и всероссийских научных конференциях.

Развитие научной деятельности в СТИ НИТУ «МИСиС» осуществляется благодаря большому научному потенциалу ученых института, кооперации с научными коллективами НИТУ «МИСиС» и на существующей поддержке научной деятельности основными индустриальными партнерами: АО «ОЭМК», АО «Лебединский ГОК», АО «Стойленский ГОК». При поддержке компании Металлоинвест и НИТУ «МИСиС» в филиале развивается научная и инновационная инфраструктура: с 2015 года созданы 2 научно-исследовательские лаборатории, 2 научно-технические лаборатории, 1 научно-исследовательский центр и 1 центр инновационного консалтинга.

### **Контакты**

**Боева Анна Вячеславовна** – директор СТИ НИТУ «МИСиС», канд. пед. наук

**Приемная комиссия:** (4725) 45-12-12

**Приемная директора:** (4725) 45-12-22

**E-mail:** 451222@sf-misis.ru

**Сайт:** <http://www.sf-misis.ru>

**Адрес:** СТИ НИТУ «МИСиС»

309516, Белгородская область, г. Старый Оскол, мкр. Макаренко, д. 42

---

## **НАУКА МИСиС 2019**

Научное издание

Ответственный редактор – В.Э. Киндоп

Верстка – А.Л. Бабабекова

Материалы сборника издаются в авторской редакции

Подписано в печать 26.06.2020

Формат 60×84/8. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Уч.-изд. л. 24, Тираж 100 экз. Заказ №

Национальный исследовательский  
технологический университет «МИСиС»,  
119049, Москва, Ленинский пр-т, 4

Издательский Дом НИТУ «МИСиС»,  
119049, Москва, Ленинский пр-т, 4  
Тел. 8 (495) 638-44-06

Отпечатано в типографии  
Издательского Дома НИТУ «МИСиС»,  
119049, Москва, Ленинский пр-т, 4  
Тел. 8 (495) 638-44-16, 8 (495) 638-44-43