

**Национальный исследовательский  
технологический университет  
«МИСиС»**

**НАУКА  
МИСиС 2018**

**Москва • НИТУ «МИСиС» • 2019**

**УДК 378:001**

**НАУКА МИСиС 2018**  
Научное издание

Ответственный редактор  
В.Э. Киндоп

Настоящее издание – отчет о научной и инновационной деятельности университета, институтов и филиалов, кафедр и лабораторий за 2018 год.

**ISBN 978-5-907061-85-9**

© НИТУ «МИСиС», 2019

# СОДЕРЖАНИЕ

|   |           |
|---|-----------|
| <b>ИТОГИ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УНИВЕРСИТЕТА В 2018 ГОДУ</b>                                      |           |
| <b>Филонов М.Р. Проректор по науке и инновациям.....</b>  | <b>7</b>  |
| <b>ИНСТИТУТ ЭКОТЕХНОЛОГИЙ И ИНЖИНИРИНГА</b>   |           |
| <b>Травянов А.Я. Директор института.....</b>  | <b>16</b> |
| <b>КАФЕДРА ИНЖИНИРИНГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ</b>  |           |
| <i>Горбатюк С.М. ....</i>   | <i>18</i> |
| <b>КАФЕДРА ЛИТЕЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ХУДОЖЕСТВЕННОЙ<br/>ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ</b>                    |           |
| <i>Белов В.Д. ....</i>  | <i>21</i> |
| <b>КАФЕДРА МЕТАЛЛОВЕДЕНИЯ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ</b>  |           |
| <i>Солонин А.Н. ....</i>  | <i>24</i> |
| <b>КАФЕДРА МЕТАЛЛУРГИИ СТАЛИ, НОВЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ<br/>ТЕХНОЛОГИЙ И ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛОВ</b>       |           |
| <i>Дуб А.В. ....</i>  | <i>27</i> |
| <b>КАФЕДРА ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ</b>   |           |
| <i>Алеценко А.С. ....</i>   | <i>30</i> |
| <b>КАФЕДРА ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ</b>                                 |           |
| <i>Левашов Е.А. ....</i>  | <i>33</i> |
| <b>КАФЕДРА СЕРТИФИКАЦИИ И АНАЛИТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ</b>   |           |
| <i>Филичкина В.А. ....</i>  | <i>37</i> |
| <b>КАФЕДРА ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И ЗОЛОТА</b>  |           |
| <i>Тарасов В.П. ....</i>  | <i>40</i> |
| <b>КАФЕДРА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ И РЕСУРСΟΣБЕРЕГАЮЩИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ<br/>ТЕХНОЛОГИЙ</b>               |           |
| <i>Торохов Г.В. ....</i>  | <i>43</i> |
| <b>КАФЕДРА ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ</b>  |           |
| <i>Овчинникова Т.И. ....</i>  | <i>46</i> |
| <b>ЛАБОРАТОРИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ</b>                                    |           |
| <i>Акихиса Иноуэ.....</i>   | <i>49</i> |
| <b>НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ТЕРМОХИМИЯ МАТЕРИАЛОВ»</b>                                   |           |
| <i>Хван А.В. ....</i>   | <i>51</i> |
| <b>ИННОВАЦИОННЫЙ НАУЧНО-УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР РОМЕЛТ (ИНУЦ РОМЕЛТ)</b>                                  |           |
| <i>Валавин В.С. ....</i>  | <i>54</i> |
| <b>НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ<br/>ТЕХНОЛОГИИ» (НОЦ «ИМТ»)</b> |           |
| <i>Подгородецкий Г.С. ....</i>  | <i>57</i> |
| <b>ИНСТИТУТ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И НАНОТЕХНОЛОГИЙ</b>   |           |
| <b>Каложкин С.Д. Директор института .....</b>   | <b>60</b> |
| <b>КАФЕДРА МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ</b>                                  |           |
| <i>Пархоменко Ю.Н. ....</i>   | <i>62</i> |
| <b>КАФЕДРА МЕТАЛЛОВЕДЕНИЯ И ФИЗИКИ ПРОЧНОСТИ</b>  |           |
| <i>Никулин С.А. ....</i>  | <i>65</i> |
| <b>КАФЕДРА ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ</b>                           |           |
| <i>Диденко С.И. ....</i>  | <i>68</i> |

## СОДЕРЖАНИЕ

---

|  |     |
|--|-----|
| КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ   |     |
| <i>Астахов М.В.</i> .....  | 73  |
| КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ И КВАНТОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  |     |
| <i>Мухин С.И.</i> .....  | 76  |
| КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОНИКИ  |     |
| <i>Костишин В.Г.</i> .....   | 79  |
| КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ   |     |
| <i>Савченко А.Г.</i> .....   | 83  |
| МЕЖКАФЕДРАЛЬНАЯ УЧЕБНО-ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ<br>ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ<br>«МОНОКРИСТАЛЛЫ И ЗАГОТОВКИ НА ИХ ОСНОВЕ (ИЛМЗ)» |     |
| <i>Гореева Ж.А.</i> .....  | 91  |
| МЕЖКАФЕДРАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ МКЛ «НАНОМАТЕРИАЛЫ»  |     |
| <i>Сазонов Ю.Б.</i> .....  | 94  |
| УЧЕБНО-НАУЧНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «ЦЕНТР РЕНТГЕНОСТРУКТУРНЫХ<br>ИССЛЕДОВАНИЙ И ДИАГНОСТИКИ МАТЕРИАЛОВ»  |     |
| <i>Щетинин И.В.</i> .....  | 97  |
| НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ЭНЕРГОЭФЕКТИВНОСТИ  |     |
| <i>Ховайло В.В.</i> .....  | 101 |
| НАУЧНО-УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ<br>ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА МИС <sub>Si</sub> C-ИСМАН (НУЦ СВС)                                   |     |
| <i>Левашов Е.А.</i> .....  | 104 |
| НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ И УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР АКУСТООПТИКИ  |     |
| <i>Молчанов В.Я.</i> .....   | 108 |
| <b>ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ<br/>И АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ</b>   |     |
| <b>Солодов С.В. Директор института</b> .....   | 109 |
| КАФЕДРА АВТОМАТИЗАЦИИ  |     |
| <i>Калашников Е.А.</i> .....   | 111 |
| КАФЕДРА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ДИЗАЙНА (АПД)   |     |
| <i>Горбатов А.В.</i> .....   | 114 |
| КАФЕДРА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ   |     |
| <i>Темкин И.О.</i> .....   | 117 |
| КАФЕДРА ИНЖЕНЕРНОЙ КИБЕРНЕТИКИ   |     |
| <i>Ускова О.А.</i> .....   | 119 |
| КАФЕДРА ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ И ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ<br>СИСТЕМ (ЭИИС)  |     |
| <i>Шкундин С.З.</i> .....  | 122 |
| <b>ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМИ<br/>ПРЕДПРИЯТИЯМИ</b>   |     |
| <b>Молчанов Г.А. Директор института</b> .....  | 126 |
| КАФЕДРА ЭКОНОМИКИ  |     |
| <i>Сидорова Е.Ю.</i> .....   | 129 |
| КАФЕДРА ПРОМЫШЛЕННОГО МЕНЕДЖМЕНТА  |     |
| <i>Костюхин Ю.Ю.</i> .....   | 132 |
| КАФЕДРА БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКИ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ   |     |
| <i>Пятецкий В.Е.</i> .....   | 134 |

|  |     |
|--|-----|
| НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО<br>ПРОГНОЗИРОВАНИЯ   |     |
| <i>Бринза В.В.</i> .....   | 137 |
| <b>ИНСТИТУТ БАЗОВОГО ОБРАЗОВАНИЯ</b>   |     |
| <b>Бешененко Т.В. Директор института</b> .....   | 139 |
| КАФЕДРА ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ И КОММУНИКАТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  |     |
| <i>Бондарева Л.В.</i> .....  | 141 |
| КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ   |     |
| <i>Давыдов А.А.</i> .....  | 144 |
| КАФЕДРА ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ   |     |
| <i>Пестряк И.В.</i> .....  | 147 |
| КАФЕДРА СОЦИАЛЬНЫХ НАУК И ТЕХНОЛОГИЙ   |     |
| <i>Урсул Т.А.</i> .....  | 152 |
| КАФЕДРА ФИЗИКИ   |     |
| <i>Ушаков И.В.</i> .....   | 157 |
| КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И ЗДОРОВЬЯ   |     |
| <i>Хусяйнов З.М.</i> .....   | 159 |
| ЦЕНТР РУССКОГО ЯЗЫКА   |     |
| <i>Подвойская Н.Л.</i> .....   | 161 |
| <b>ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ</b>   |     |
| КАФЕДРА ОБОГАЩЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ<br>И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ   |     |
| <i>Юшина Т.И.</i> .....  | 163 |
| КАФЕДРА ГЕОТЕХНОЛОГИИ ОСВОЕНИЯ НЕДР  |     |
| <i>Мельник В.В.</i> .....  | 166 |
| КАФЕДРА СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ  |     |
| <i>Панкратенко А.Н.</i> .....  | 170 |
| КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ГЕОКОНТРОЛЯ  |     |
| <i>Винников В.А.</i> .....   | 172 |
| НАУЧНО-УЧЕБНАЯ ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «ФИЗИКО-ХИМИИ УГЛЕЙ»  |     |
| <i>Эпштейн С.А.</i> .....  | 176 |
| <b>ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИОННЫХ БИЗНЕС СИСТЕМ</b>   |     |
| <b>Нежурина М.И. Директор института</b> .....  | 179 |
| <b>НАУЧНЫЙ КОМПЛЕКС</b>  |     |
| ЛАБОРАТОРИЯ «БИОМЕДИЦИНСКИЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ»   |     |
| <i>Абакумов М.А.</i> .....   | 182 |
| ЛАБОРАТОРИЯ «СВЕРХПРОВОДЯЩИЕ МЕТАМАТЕРИАЛЫ»  |     |
| <i>Устинов А.В.</i> .....  | 186 |
| НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «НЕОРГАНИЧЕСКИЕ<br>НАНОМАТЕРИАЛЫ»   |     |
| <i>Гольберг Д.В.</i> .....   | 189 |
| <i>Штанский Д.В.</i> .....   | 189 |
| ЛАБОРАТОРИЯ РАЗДЕЛЕНИЯ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ В ХИМИЧЕСКОЙ<br>ДИАГНОСТИКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ<br>И ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ |     |
| <i>Федотов П.С.</i> .....  | 195 |

## СОДЕРЖАНИЕ

---

|   |     |
|---|-----|
| ЛАБОРАТОРИЯ «ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ, АКУСТООПТИЧЕСКАЯ И ЛАЗЕРНАЯ АППАРАТУРА ДЛЯ ЗАДАЧ ДИАГНОСТИКИ И ТЕРАПИИ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ»<br><i>Хазанов Е.А.</i> ..... | 197 |
| ЛАБОРАТОРИЯ ГИБРИДНЫХ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (ЛАБОРАТОРИЯ ГАТ)<br><i>Смуров И.Ю.</i> .....   | 198 |
| НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «ГИБРИДНЫЕ НАНОСТРУКТУРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ»<br><i>Комиссаров А.А.</i> .....  | 200 |
| НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЯ»<br><i>Жуков Д.Г.</i> .....  | 203 |
| УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА И СЕРТИФИКАЦИИ «МЕТАЛЛСЕРТИФИКАТ» (УНЦ СМИС)<br><i>Полховская Т.М. Директор центра</i> .....                            | 206 |
| ОТДЕЛ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ<br><i>Райкова Т.В.</i> .....   | 208 |
| <b>ФИЛИАЛЫ</b>  |     |
| СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА (филиал НИТУ «МИСиС»)<br><i>Рассолов В.М. Директор</i> .....  | 212 |
| НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ НИТУ «МИСиС»<br><i>Котова Л.А. Директор</i> .....   | 215 |

# ИТОГИ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УНИВЕРСИТЕТА В 2018 ГОДУ

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



В 2018 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 междуна-

родных, междисциплинарных 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 укрепил свои позиции в глобальных предметных рейтингах по профильным отраслям знаний, продемонстрировав рост на 100 пунктов в рейтинге QS (World University Rankings by Subject) по направлению «Материаловедение» и занял место в группе 101+. В этом же рейтинге по группам «Инжиниринг и технологии» и «Физика и астрономия» университет так же значительно улучшил свои позиции (+ 50 пунктов), заняв места 201+ и 301+ соответственно. По направлению Инжиниринг – Горное дело (рейтинг QS) НИТУ «МИСиС» занимает 42 место среди лучших вузов отрасли.

В 2018 году университет впервые вошел в предметный рейтинг Times (Higher Education by Subject) в категории «Инжиниринг-технологии», заняв место в группе 401+.

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), 2018 года университет также представлен в предметном рейтинге ARWU по категории «Материаловедение и инжиниринг», занимая место в группе 301+.

В 2018 году НИТУ «МИСиС» подтвердил свои позиции в рейтинге Times Higher Education World University Rankings, заняв место 601+. Самые высокие баллы университет получил по показателям «Интернациональная среда» и «Доход от промышленности». В региональном рейтинге THE Emerging Economies University Rankings НИТУ МИСиС» 104 место. В 2018 году НИТУ «МИСиС» впервые стал участником международного образовательного рейтинга британского издания Times Higher Education (THE) – International student table 2018: top 200 universities, заняв 162-ю строчку рейтинга. Университет стал одним из 5 российских вузов, вошедших в этот рейтинг.

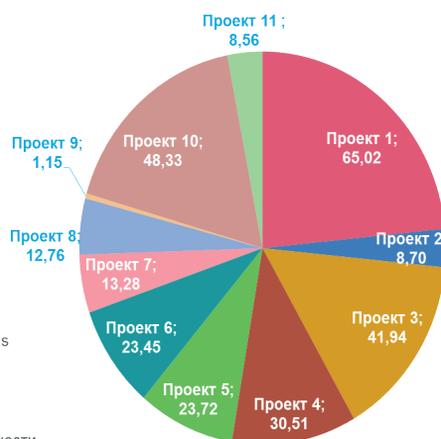
В рейтинге U.S. (News Best Global Universities rankings by Subject) университет представлен в направлении «Материаловедение», улучшив результат 2017 года на 29 пунктов и занимая 191 место.

В 2018 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. В рамках этих задач сформированы два портфеля - «Молодые НПП и стимулирование публикационной активности» и «Привлечение международных ученых и мобильность». Финансирование проектов портфелей осуществляется из средств субсидии программы повышения конкурентоспособности НИТУ «МИСиС» (Рисунок 1 и 2). Всего на направление «Наука» выделено было 539,62 млн. рублей в 2018 г.

**Проекты:**

1. Создание Научно-образовательного центра "Квантовый центр"
2. Междисциплинарные научные платформы в рамках CAE
3. Развитие взаимодействия и партнерства с ведущими международными коллаборациями (MegaScience)
4. Обеспечение развития функционирования системы стимулирования публикаций вуза в журналах с высоким рейтингом (impact factor)
5. Развитие инжинирингового центра как центра аддитивных технологий
6. Обеспечение развития вузовской системы грантовой поддержки молодых ученых (аспирантов и молодых НПП)
7. Развитие собственных изданий с целью выведения их на международный уровень (индексация в базах WoS, Scopus)
8. Развитие сотрудничества с бизнесом для осуществления комплексных проектов
9. Разработка и внедрение стратегии повышения эффективности деятельности аспирантуры. Разработка и внедрение англоязычных программ аспирантуры
10. Создание системы грантовой поддержки прикладных исследований в рамках CAE
11. МНС (без учета затрат на преподавание - отнесены на бюджет образования)



Финансирование в 2018 году 277,42 млн руб.

**Рисунок 1. Финансирование проектов портфеля «Молодые НПП и стимулирование публикационной активности» в 2018 году**

**Проекты:**

1. Обеспечение развития междисциплинарных научных платформ (исследовательских центров) (К1)
2. Привлечение к руководству научно-исследовательскими проектами ведущих иностранных и российских ученых (К2)
3. Обеспечение развития программы привлечения ведущих иностранных и российских ученых на краткосрочной основе (Visiting professors) (К3)
4. Обеспечение развития найма выпускников аспирантуры (postdocs) и молодых ученых из ведущих российских и зарубежных вузов для ведения научной и образовательной деятельности (К4)
5. Обеспечение мер по защите и продвижению интеллектуальной собственности вуза на российском и международном рынках
6. Развитие научно-исследовательской и учебной лаборатории «Сложных социально-экономических и производственных систем»



Финансирование портфеля в 2018 году: 262,20 млн руб.

**Рисунок 2. Финансирование проектов портфеля «Привлечение международных ученых и мобильность» в 2018 г.**

Индикаторы Дорожной карты 5-100 НИТУ «МИСиС», а также фактические показатели выполнения Программы за 2018 год по направлению «Наука» представлены в таблице 1.

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

| Наименование показателя                                 | Прогнозная динамика |              |              |              |                   |              |              |
|---|---------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|--------------|--------------|
|   | 2014<br>Факт        | 2015<br>факт | 2016<br>Факт | 2017<br>Факт | 2018<br>План/Факт | 2019<br>План | 2020<br>План |
| Количество статей в WoS на 1 НПП, 5 лет                 | 1,3                 | 1,8          | 2,6          | 4,1          | 4,3/5,2           | 4,5          | 4,6          |
| Количество статей в Scopus на 1 НПП, 5 лет              | 1,8                 | 2,3          | 3,5          | 5,6          | 5,8/7,75          | 6,0          | 6,2          |
| Средний показатель цитируемости на 1 НПП, WoS, 5 лет    | 2,47                | 3,5          | 6,0          | 15,9         | 16,6/<br>20,25    | 17,9         | 19,4         |
| Средний показатель цитируемости на 1 НПП, Scopus, 5 лет | 2,68                | 4,0          | 7,4          | 17,7         | 18,0/<br>30,76    | 19,0         | 20,5         |
| Объем НИР на 1 НПП (млн. руб. в год)                    | 2,1                 | 2,4          | 2,7          | 3,0          | 3,5/2,9           | 4,0          | 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 соответствии с техническим заданием, предоставленным специалистами из ЦЕРНа, был разработан дизайн и проведена инженерия опытного образца мишени для изучения мюонного потока. Функциональное назначение данного изделия состоит в рассеивании потока высокоэнергетических протонов с целью получения новых частиц, которые являются продуктом реакции взаимодействия ионов мишени и протонов. Также в 2018 году на базе НИТУ МИСиС была проведена выездная конференция коллаборации SHiP, в которой приняло участие более 52 институтов из 17 стран. В рамках конференции были обсуждены основные подсистемы эксперимента по поиску темной материи на пучке протонов на ускорителе SPS ЦЕРН, текущий прогресс в теоретическом и инженерном обосновании подготовки эксперимента.

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» (Рисунок 3).

В числе основных направлений деятельности центра: совершенствование установок квантовых коммуникаций, подготовка специалистов мирового уровня в области квантового инжиниринга, проведение исследований в области уязвимости квантовых сетей, создание систем квантовой связи для спутников и др.

Реализация таких значимых проектов возможна благодаря высокому уровню научных кадров и развитой научной инфраструктуре. В настоящее время в состав Университета входят: 6 филиалов, 9 разнопрофильных институтов, в которых обучаются бакалавры, магистры и спе-

циалисты более чем по 30 направлениям подготовки, международная школа бизнеса и технологий, центр коллективного пользования, 3 инженеринговых центра мирового уровня, более 17 тысяч обучающихся и 450 аспирантов.



Рисунок 3. Открытие Центра квантовых коммуникаций НТИ.

С 2017 года в университете работает Объединенный Диссертационный совет НИТУ «МИСиС», которому предоставлено право самостоятельного присуждения ученых степеней. НИТУ «МИСиС» фактически передается ряд функций, в настоящее время осуществляемых Высшей Аттестационной Комиссией. Всего в 2018 году в НИТУ «МИСиС» по системе самостоятельного присуждения ученых степеней состоялись защиты 1 докторской и 13 кандидатских диссертаций.

Самостоятельное присуждение ученых степеней позволяет значительно сократить сроки рассмотрения диссертационных работ с момента подачи заявления (с 12-18 месяцев с получением диплома ВАК до 5-6 месяцев с получением диплома НИТУ «МИСиС») без снижения качества экспертной оценки за счет имеющегося в НИТУ «МИСиС» кадрового, научного потенциала и возможности привлечения ведущих мировых ученых из университетов-партнеров. Реализация предложенной модели позволит в течение ближайших 3-5 лет серьезно снизить бюрократическую нагрузку на соискателя и увеличить количество защищаемых диссертаций, повысить эффективность аспирантуры и укрепить позиционирование НИТУ «МИСиС» как ведущего российского и мирового экспертного научно-образовательного центра в области металлургии, материаловедения и горного дела.

Основой инновационного потенциала НИТУ «МИСиС» являются фундаментальные и прикладные исследования по прорывным направлениям науки в области материаловедения, в том числе гибридных и композитных материалов; нанотехнологий, 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 2018 году составил 2 336 млн. рублей.

На рисунке 4 представлена динамика финансирования НИОКР, научно-технических услуг университета в 2014–2018 годы.



Рисунок 4. Динамика финансирования НИОКР и научно-технических услуг университета в 2014–2018 годы

Структура финансирования научно-исследовательских и опытно конструкторских работ в 2018 г. представлена на рисунке 5.

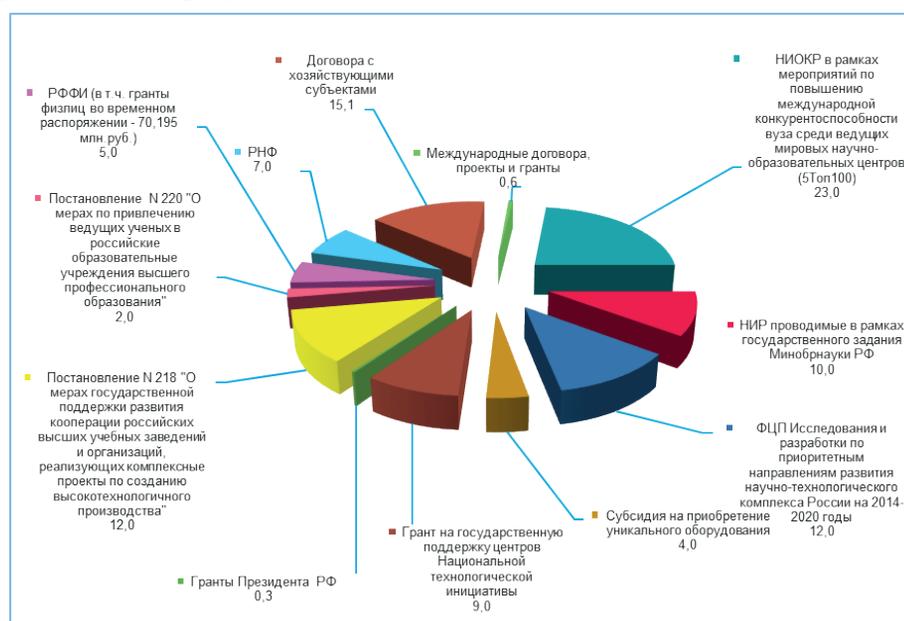


Рисунок 5. Структура финансирования научной деятельности университета (НИОКР, научно-технические услуги) в 2018 году

Наибольший вклад в общий объем финансирования в 2018 г. приходился на «НИОКР в рамках мероприятий по повышению международной конкурентоспособности вуза среди ведущих мировых научно-образовательных центров» – 23 %; хозяйственные договора – 15,1 %; НИР, 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» – 12 %; «НИР, проводимые в рамках государственного задания Минобрнауки РФ» – 10 %.

Объем финансирования исследований по хоздоговорам в 2018 году составил – 352 млн. рублей, наиболее крупные предприятия высокотехнологичного сектора экономики Российской Федерации – инициаторы проведения исследований приведены на рисунке 6.

Распределение финансирования научно-исследовательских работ по институтам Университета в 2018 г. представлено на рисунке 7.

Наибольший вклад в объем финансирования в 2018 году внесли учебно-научные центры Университета и лаборатории - 441 млн. руб., объем финансирования НИОКР института экотехнологий и инжиниринга - 336 млн. рублей, института новых материалов и нанотехнологий – 332 млн. руб

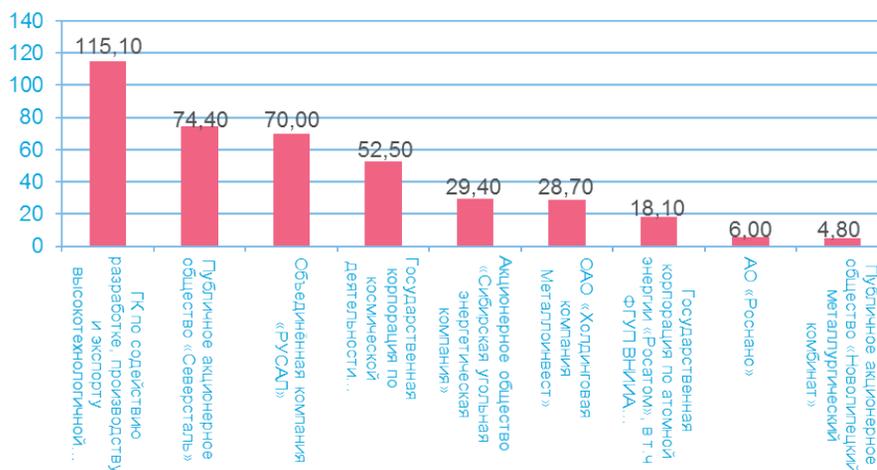


Рисунок 6. Наиболее крупные заказчики хоздоговорных работ в 2018 г.

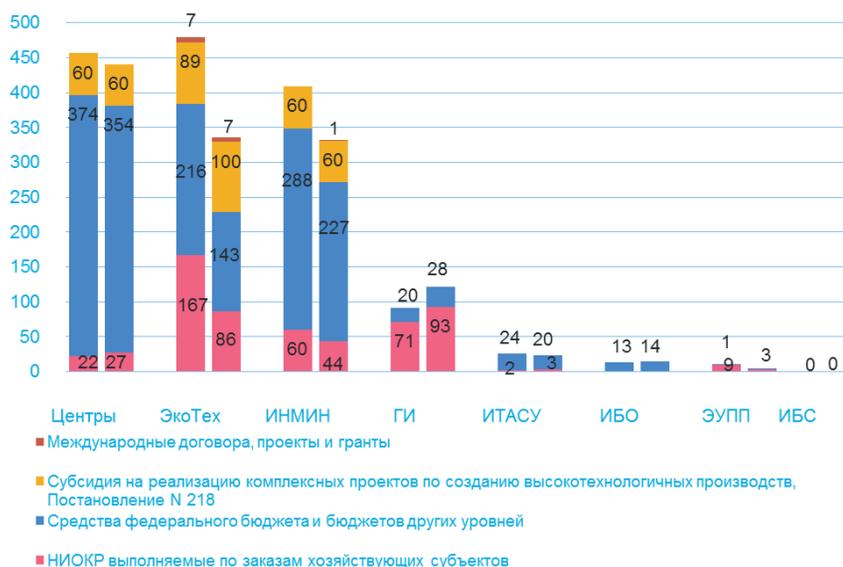


Рисунок 7. Финансирование НИОКР институтов Университета в 2018 году

На рисунке 8 представлена классификация научных исследований, разработок и научно-технических услуг по областям знаний. Представленные данные показывают, что заметно увеличивается доля научно-исследовательских работ в новых для университета областях знаний, таких как медицина, здравоохранение, нетрадиционных для НИТУ «МИСиС».

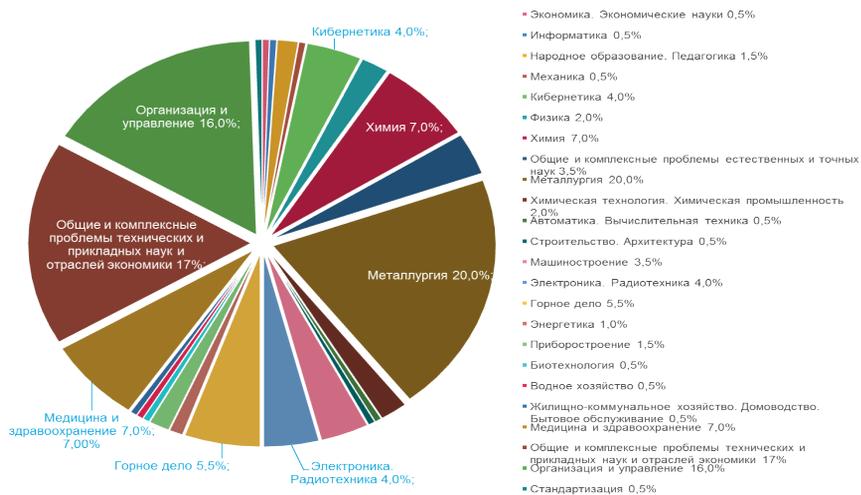


Рисунок 8. Классификация научных исследований, разработок и научно-технических услуг по областям знаний

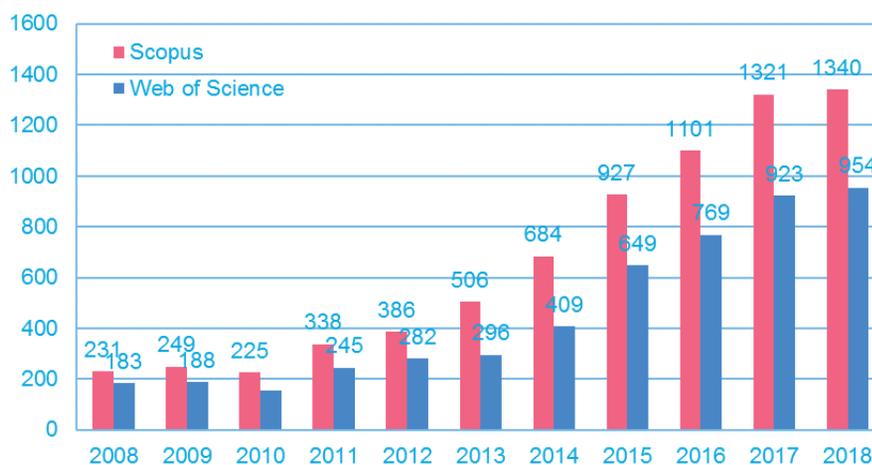


Рисунок 9. Динамика публикационной активности

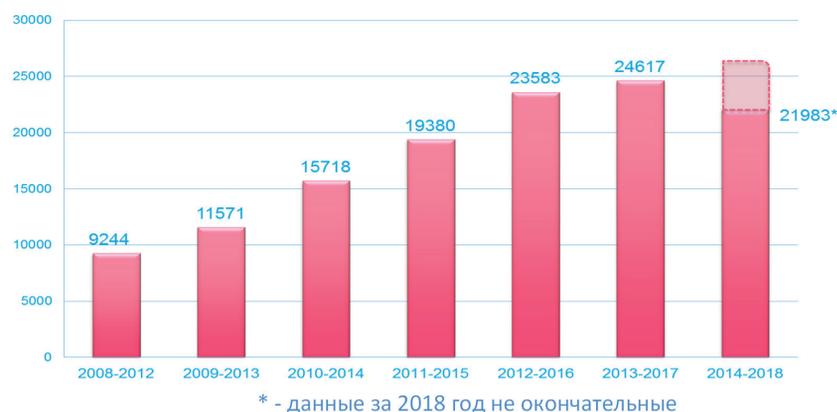


Рисунок 10. Динамика цитируемости публикаций НИТУ «МИСиС» (Scopus)

Повышение качества публикационной активности исследователей НИТУ «МИСиС» - одна из главных задач, реализуемых в рамках стратегии развития университета. На рисунке 9 и 10 представлены данные о количестве публикаций и цитируемости сотрудников НИТУ «МИСиС».

Результаты работ исследователей НИТУ «МИСиС» высоко оценены мировым научным сообществом, что подтверждается публикациями в ведущих изданиях, в т.ч. журналах группы Nature. Nature Index НИТУ «МИСиС» за период 1 ноября 2017 – 31 октября 2018 составил 54, наибольшее число статей (49) опубликовано в категории «Физика» (по данным сайта <https://www.natureindex.com>). Распределение абсолютного количества статей в первом квартиле по CiteScore Scopus представлено на рисунке 11. Доля статей в журналах первого квартиля увеличилась на 5.9% по сравнению с 2017 годом и составила 43.4% (по данным SciVal).



Рисунок 11. Распределение публикаций в журналах первого квартиля Scopus.

Более чем в 1,5 раза увеличилось количество статей опубликованных в топ 1% высокорейтинговых научных журналах по сравнению с 2017 годом, рисунок 12.

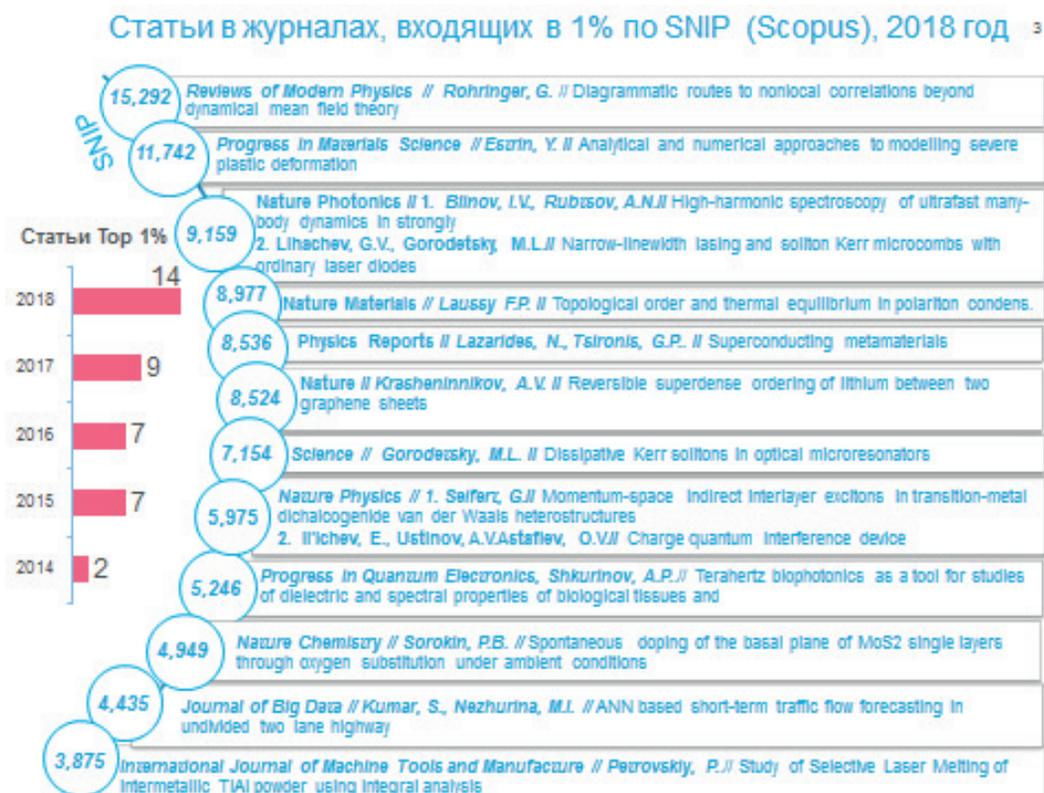


Рисунок 12. Статьи в журналах, входящих в 1% по SNIP (Scopus), 2018 год

В целом в НИТУ «МИСиС» на постоянной основе работает более 700 научных сотрудников, 60 из которых имеют индекс Хирша свыше 20. Многие работы НИПР НИТУ «МИСиС» высоко оценены мировым научным сообществом, например, за работы в области высокоэффективных фотоэлементов на основе перовскитов, являющейся самой активно развивающейся научной темой, руководитель инфраструктурного проекта «Высокопроизводительные, гибкие, фотовольтаические, тандемные устройства на основе гибридных перовскитов» профессор НИТУ «МИСиС» Анвар Захидов в 2018 году был удостоен премии Scopus Awards Russia 2018. Результаты исследования международного коллектива с участием ведущего ученого НИТУ «МИСиС» профессора Игоря Абрикосова, опубликованные в июле 2018 в журнале Nature Communications (статья «Fe-N system at high pressure reveals a compound featuring polymeric nitrogen chains»), по данным Altmetric (<https://www.altmetric.com>) были упомянуты в зарубежных СМИ 483 раза. Статья ведущего ученого НИТУ «МИСиС», заведующего лабораторией «Сверхпроводящие метаматериалы» Алексея Устинова «Charge quantum interference device», опубликованная в журнале Nature Physics в апреле 2018 года, упомянута 549 раз.

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

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

# ИНСТИТУТ ЭКОТЕХНОЛОГИЙ И ИНЖИНИРИНГА

**Травянов Андрей Яковлевич**

Директор института,

кандидат технических наук, доцент



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

В состав института входят 10 кафедр, 6 научно-исследовательских лабораторий и центров. С 2014 года в рамках реализации Программы повышения конкурентоспособности 5/100 запущены 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 2018 г. составил 47,79 млн. руб.**

За последние три года в ЭкоТех выполнялись 3 масштабных опытно-технологических проекта с объемом финансирования более 100 млн. руб. при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации.

В рамках Постановления Правительства №218, 6 и 9 очередь выполнялись следующие проекты:

- 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 100 мл. руб. направлен на разработку технологии магниевого литья с использованием полностью отечественных материалов для газотурбинных двигателей энергетических установок. Инициатор - ПАО «Кузнецов». Срок реализации – 2016-2018 г.г.

**В рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» выполнялся следующий проект:**

- создание мультилазерного автоматизированного комплекса и технологии послойного синтеза полиметаллических изделий с ячеистыми элементами. Индустриальный партнер – АО «Уральский электрохимический комбинат». Объем финансирования составляет 151 млн. руб. Срок реализации – 2016-2018 г.г.

Всего в 2018 году в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» выполнялось 4 проекта.

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, биоинженерии в обогащении, 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, сплавов дисперсно-упрочненных наночастицами. Изучается кинетика и механизм формирования наноструктурных тонких пленок и покрытий, полученных методами магнетронного напыления, ионной имплантации, импульсного лазерного осаждения, импульсного электроискрового упрочнения, терморреакционного электроискрового упрочнения.

Количество: публикаций входящих в базы Web of Science и Scopus - 329 шт. В том числе опубликована одна статья научного коллектива под руководством профессора Смурова И.Ю. и ведущего научного сотрудника Петровского П.В. в журнале International Journal of Machine Tools and Manufacture с импакт-фактором 3,875.

Общее количество выставок и конференций, в которых сотрудники ЭкоТех приняли участие, составляет более 100 шт.

**Контактная информация**

**Тел.:** (499) 236-88-45

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

## КАФЕДРА ИНЖИНИРИНГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

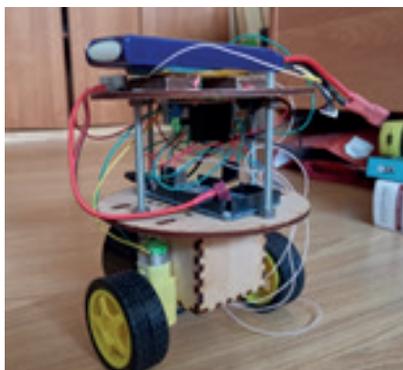
**Горбатюк Сергей Михайлович**  
Заведующий кафедрой,  
доктор технических наук, профессор



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 7 профессоров; 17 доцентов; 7 старших преподавателей, 2 ассистента; 1 заведующий лабораторией. 1 инженер, 2 учебных мастера. 1 лаборант.

Из них: 6 докторов технических наук, 19 кандидатов технических наук, 1 заведующий кафедрой. На кафедре обучаются 8 аспирантов.

**Общий объем финансирования научно-исследовательских хозяйственных работ** в 2018 году составил 0,5 млн. руб. Кафедра выполняла 5 хозяйственных НИР.

**Наиболее крупным проектом, выполняемым в 2018 г.** является 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.

**Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2018 г.**

1. Разработана конструкция стана с числовым программным управлением для гибки профилей по радиусу с разворотом их сечения.

2. Продолжено развитие метода конструирования горизонтальных машин полунепрерывного литья заготовок (ГМПЛЗ) из цветных и благородных металлов для мелкосерийного производства, что позволило разработать ряд узлов и элементов ГМПЛЗ и обеспечить эффективность функционирования процесса разлива сплавов.

3. Изучены и проанализированы особенности и характеристики элементов зоны вторичного охлаждения ГМПЛЗ, что позволяет выравнивать температуру в процессе литья для уменьшения неравномерности охлаждения по ширине непрерывной заготовки в кристаллизаторе.

4. Разработана технология производства макетов из композиционных материалов методом горячего прессования (давление до 25 МПа при  $T=0,9T_{пл}$  и изотермическая выдержка до 10 минут). Технология позволяет получить композиционные материалы на основе матрицы из меди, алюминия и его сплавов необходимых заданных составов с содержанием наполнителя до 70%.

5. Разработана и опробована в промышленных условиях технология производства изделий из композиционного материала SiC-Al в виде теплоотводящих оснований для субмодулей АФАР. Многоступенчатая технология пропитки алюминиевым расплавом заготовки под давлением, с достижением максимального усилия 800 кН и выдержкой в течение 30 с, позволяет получить изделия с однородной кристаллической структурой матрицы и минимальной остаточной пористостью менее 1%.

6. Усовершенствована конструкция вакуумной индукционной печи для высокотемпературного нагрева штабиков тугоплавких металлов. Выполнен проект телескопического штока для подачи заготовок в вакуумную камеру нагревательной печи и в рабочую камеру прокатного стана.

7. Выполнен теоретический анализ устойчивости инструмента при глубоком сверлении отверстий.

8. Исследована устойчивость сверла для глубокого сверления с люнетом.

9. На основании анализа температуры и напряжений, действующих в воздушной фурме доменной печи, полученного с использованием компьютерного моделирования в Deform 2D, получены результаты, позволяющие повысить её стойкость.

10. Произведена оценка параметров ускорительного диска центробежной мельницы с учетом особенностей движения частиц на поверхности диска, позволившая повысить эффективность работы мельницы.

11. Совместно с ДонНТУ на основе результатов анализа состояния и тенденций развития малой металлургии в мире обоснована целесообразность и разработана концепция проектирования кислородного мини-конвертера, обеспечивающего переработку некачественной шихты и промышленных металлосодержащих отходов с повышенным содержанием вредных примесей.

**Подготовка специалистов высшей квалификации**

В 2018 г. кафедра ИТО подготовила 18 бакалавров по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», 5 магистров по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия» и 31 магистра по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

**Основные публикации**

1. Иванов С.А. Инжиниринг транспортирующих машин и устройств : учеб. / С.А Иванов, Н.А. Чиченев. – М.: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2018. – 392 с.

2. Инжиниринг технологического оборудования и процессов: Сб. науч. трудов студентов и аспирантов НИТУ «МИСиС» [Электронный ресурс] / Под ред. Проф. С.М. Горбатука. – Электрон. Текст. Дан. (1 файл 4,3 Мб) – Киров МЦНИИ. 2018.

3. Alyushin Y. A., & Gorbatyuk, S. M. (2018). Energy dissipation on transition from reversible to irreversible deformation. *Steel in Translation*, 48(3), 173-178. doi:10.3103/S0967091218030038

4. Bardovskiy A. D., Gorbatyuk S. M., Keropyan A. M., & Bibikov, P. Y. (2018). Assessing parameters of the accelerator disk of a centrifugal mill taking into account features of particle motion on the disk surface. *Journal of Friction and Wear*, 39(4), 326-329. doi:10.3103/S1068366618040037

5. Eronko S. P., Gorbatyuk S. M., Oshovskaya E. V., & Starodubtsev, B. I. (2018). New engineering solutions in creation of mini-BOF for metallic waste recycling. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, , 287(1) doi:10.1088/1757-899X/287/1/012004 Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

6. Gerasimova A., Gorbatyuk S., & Devyatiarova, V. (2018). Application of gas-thermal coatings on low-alloyed steel surfaces doi:10.4028/www.scientific.net/SSP.284.1284 Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

7. Gorbatyuk S., Kondratenko V., & Sedykh, L. (2018). Tool stability analysis for deep hole drilling. Paper presented at the MATEC Web of Conferences, , 224 doi:10.1051/mateconf/201822401035 Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

8. Gorbatyuk S. M., Zarapin A. Y., & Chichenev, N. A. (2018). Reengineering of spiral classifier of Catoca mining company ltd, Angola. *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2018(2), 215-221. doi:10.25018/0236-1493-2018-2-0-215-221

9. Kryukov I. Y., Gorbatyuk S. M., Glukhov L. M., & Zarapin, A. Y. (2018). Development of a new horizontal continuous casting machine construction for nonferrous and precious metal billets. *Metallurgist*, 61(11-12), 1009-1015. doi:10.1007/s11015-018-0600-7

10. Tarasov Y., Radyuk A., & Gorbatyuk, S. (2018). Research of heat stresses in components of blast furnace tuyere. Paper presented at the MATEC Web of Conferences, 224 doi:10.1051/mateconf/201822402029 Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

11. Gerasimova A. A., Keropyan A. M., & Giryа, A. M. (2018). Study of the Wheel–Rail system of open-pit locomotives in traction mode. *Journal of Machinery Manufacture and Reliability*, 47(1), 35-38. doi:10.3103/S1052618818010065

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

Опубликовано статей – 41

в том числе: в российских научных журналах из списка ВАК – 23

в научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science – 16

монографий – 2

объектов интеллектуальной собственности – 3

конференций – 5

аттестованных методик – 1

премий и наград за научно-инновационные достижения – 7

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: [gorbatuksm@misis.ru](mailto:gorbatuksm@misis.ru), [sgor02@mail.ru](mailto:sgor02@mail.ru)

## КАФЕДРА ЛИТЕЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

**Белов Владимир Дмитриевич**  
Заведующий кафедрой,  
доктор технических наук, профессор  
Почетный работник высшего профессионального образования  
Российской Федерации



### Информация о кафедре

Литейные технологии и художественная обработка материалов – название одной из старейших кафедр университета НИТУ «МИСиС», которая работает по направлению образования специалистов-металлургов, материаловедов, инженеров, научных работников, специалистов по художественной обработке металлов и камней с 1930 г.

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 и собственной учебно-производственной базой, которая функционирует под эгидой Инжинирингового центра (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 материалов»

Направление 29.03.04 «Технология художественной обработки материалов»

Профиль «Технология обработки драгоценных камней и металлов».

Магистратура:

Направление 22.04.02 «Металлургия»:

Профиль «Новые материалы и цифровые технологии литья металлов»;

Профиль «Жидкофазные технологии соединения материалов»;

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 Всемирного Конгресса литейщиков, международных конференций и симпозиумов. Соавторами научных докладов становятся студенты и аспиранты.

Со времени создания в Высшей школе учебно-методических объединений кафедра ЛТИ-ХОМ является координатором учебно-методической работы всех кафедр литейного профиля, поддерживает товарищеские и деловые отношения с коллегами не только из России, но и ближнего и дальнего Зарубежья, дорожим их доверием и готовы к сотрудничеству.

Кафедра 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**

Основные научные направления деятельности кафедры:

- 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

**Кадровый потенциал**

В настоящее время на кафедре работают 40 человек, в их числе 8 профессоров, 12 доцентов, 4 старших преподавателя, 4 ассистента, среди которых 7 докторов технических наук, 1 доктор геолого-минералогических наук, 14 кандидатов технических наук и 1 кандидат исторических наук, 6 аспирантов, магистры и бакалавры.

**Общий объем финансирования научно-исследовательских опытно-технологической и опытно-конструкторской работ в 2018 г. - 101 591 534.00 руб.**

**Наиболее крупные проекты, выполнявшиеся кафедрой в 2018 г.**

1. Договор № 40/10-38445 от 30.07.2015 г. на выполнение научно-исследовательской, опытно-технологической и опытно-конструкторской работы с ПАО «ОДК-УМПО» (г. Уфа) «Разработка и внедрение ресурсоэффективной технологии изготовления облегченных лопаток для перспективных газотурбинных двигателей и станций перекачки нефти и газа». Финансирование в 2018 г - 60 000 000 руб.

2. Договор № 002180 от 31.01.2017 г. на выполнение научно-исследовательской, опытно-технологической и опытно-конструкторской работы с ПАО «Кузнецов» (г. Самара) «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» Финансирование в 2018 г – 40 000 000 руб.

**Подготовка специалистов высшей квалификации**

В 2018 г. на кафедре была подготовлена и успешно защищена в диссертационном совете Д 212.132.02 одна диссертационная работа на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 – Литейное производство.

**Основные публикации:**

**Статьи:**

1. The Influence of Composition and Heat Treatment on the Phase Composition and Mechanical Properties of ML19 Magnesium Alloy / Koltygin, A.V., Bazhenov, V.E., Letyagin, N.V., Belov, V.D. // Russian Journal of Non-Ferrous Metals. – 2018. – January 2018, – Volume 59, – Issue 1, – pp 32–41 (0.446) 10.3103/S1067821218010091
2. Rich Zinc Phase Formation Mechanism at the Surface of Continuously-Cast Brass Billets / Tavolzhanskii, S.A., Bazhenov, V.E., Pashkov, I.N., Ivanov, E.S. // Metallurgist. – 2018. – Volume 62, – Issue 1-2, – Pages 78-83 (0.277) 10.1007/s11015-018-0628-8
3. Effects of Si and Cu contents on grain size of Al–Si–Cu alloys / Bazhenov, V.E., Magura, M.A. // Materials Science and Technology (United Kingdom). – 2018. – Volume 34, – Issue 11, – Pages 1287-1294 10.1080/02670836.2018.1425237
4. Synthesis of complex-alloyed nickel aluminides from oxide compounds by aluminothermic method // Gostishchev, V., Ri, E., Ri, H., (...), Deev, V., Prusov, E. / Metals. – 2018. – Volume 8, – Issue 6, – Номер статьи 439 (1,899) 10.3390/met8060439
5. Simulation of Fluidity and Misrun Prediction for the Casting of 356.0 Aluminum Alloy into Sand Molds / Bazhenov, V.E., Petrova, A.V., Koltygin, A.V. // International Journal of Metalcasting. – 2018. – Volume 12, – Issue 3, – Pages 514-522 (0.779) 10.1007/s40962-017-0188-x

6. Synthesis, Characterization of Elastic and Electrical Properties of Diamond-like BCx Nano-Phases Synthesized under High and Low Pressures // Zinin PV, Nozhkina AV, Romanov RI, Filonenko VP, Titov SA et al. / Glass and Ceramics – 2018. – Volume 3, Issue 1-2 (Nanomaterials) – pp. 45-52 (0.473) 10.1557/adv.2018.5

**Патенты и ноу-хау:**

1. Литниковая система для заливки лопаток из жаропрочных сплавов для газотурбинного двигателя в формы, изготовленные автоматизированным способом // Пат. RU2644868C1, опубл. 14.02.2018 г., / Белов В.Д., Никифоров П.Н., Аликин П.В., Деев В.Б., Баженов В.Е., Павлович С.П., Фадеев А.В.

2. Способ изготовления литых интерметаллидных лопаток газотурбинных авиационных двигателей в многоразовые формы // Ноу-хау № 15-668-2018 ОИС, зарегистр. 22.11.2018 г. / Белов В.Д., Фадеев А.В., Баженов В.Е., Колтыгин А.В., Базлов А.И.

**Основные научно-технические показатели.**

Публикаций в изданиях, индексируемых в WoS и Scopus: 23, Патентов: 1, Ноу-Хау: 1.

Разработки кафедры в 2018 г. отмечены двумя медалями международных выставок.



Экспонаты 24-ой Международной промышленной выставки «Металл-Экспо» 2018, созданные с участием сотрудников кафедры ЛТИХОМ в ходе выполнения работ по договору с ПАО «Кузнецов»



Сотрудники кафедры ЛТИХОМ после награждения медалью выставки «Металл-Экспо» 2018 за разработанный на кафедре способ изготовления литых интерметаллидных лопаток газотурбинных авиационных двигателей в многоразовые формы

**Контактные реквизиты кафедры**

Кафедра «Литейные технологии и художественная обработка материалов» (ЛТИХОМ)

Адрес: Ленинский проспект, д. 6, корпус «А», ауд. А-105, А-124.

Тел./факс: 8 (495) 951-17-25, 8 (495) 638-46-37.

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

### **Кадровый потенциал подразделения**

На кафедре работают:

- 2 профессора,
- 6 доцентов,
- 2 старших преподавателя,
- 4 ассистента,
- 7 научных сотрудников,
- 20 инженеров.

Из них: 2 доктора наук, 17 кандидатов наук.

На кафедре обучаются 16 аспирантов, в том числе 7 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**

На кафедре выполнено более 10 научно-исследовательских работ на общую сумму около 16 млн. рублей, в том числе 4 гранта РНФ. Коллектив кафедры задействован в реализации проекта по созданию высокотехнологичного производства по теме «Создание материалоэффективного производства порошков алюминиевых сплавов и разработка аддитивных технологий изготовления деталей систем управления авиационной техники» (объем финансирования в 2018 году – 70 млн. рублей).

### **Наиболее крупные проекты, выполненные в 2018 г. (более 5 млн. руб.)**

1. Грант РНФ по теме «Разработка физико-математических моделей разрушения и структурообразования в стали для создания передовых технологий пластической деформации».
2. Грант РНФ по теме «Ультрамелкозернистые «магналии» со структурой композиционного типа, обладающие повышенной прочностью и высокоскоростной сверхпластичностью».

**Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2018 г.**

Исследованы структура и механические свойства квазибинарных сплавов на основе систем Al-Cu-Y и Al-Cu-Er. Сплавы с соотношением меди и иттрия 2 к 1 имеют узкий интервал кристаллизации (менее 50 °С) и, соответственно, хорошие литейные свойства, а именно показатель горячеломкости на уровне эвтектических силуминов. Образующиеся тройные фазы в сплавах систем Al-Cu-Y и Al-Cu-Er отличаются высокой термической стабильностью в процессе гомогенизации при температурах до 605 °С. Сплавы систем Al-Cu-Y и Al-Cu-Er являются перспективными для разработки на их основе новых литейных и деформируемых материалов.

Методом импульсной лазерной обработки получена ультрадисперсная структура в сплавах на основе системы Al-Fe-Ni с суммарным содержанием легирующих компонентов 5-12,5 масс.%. Структура представляет собой алюминиевый твердый раствор со средним размером дендритной ячейки 0,5 мкм с равномерно распределенными частицами фазы  $Al_9FeNi$  эвтектического происхождения с размером 4,5-10,3 нм. Сплавы характеризуются высокой твердостью (230  $\mu$ NV) и термической стабильностью при нагреве до температуры 250 °С. Предложенные композиции сплавов являются перспективными для производства изделий аддитивными методами.

Установлено, что после механического легирования алюминия оксидом титана в количестве 5-10 масс.% происходит формирование гранул алюмоматричных композиционных материалов с равномерно распределенными частицами  $TiO_2$ . При этом, добавка 5 масс.% меди приводит к интенсификации процесса механического легирования, сопровождающегося увеличением микротвердости вплоть до 290 HV. Последующий нагрев материалов вызывает активирование экзотермической реакции восстановления оксида титана алюминием, в результате которой образуются фазы  $Al_3Ti$  и  $Al_2O_3$ . Добавка меди сдвигает температуру начала алюмотермической реакции в сторону меньших температур – превращение начинается в твердофазном состоянии.

Совместно с коллегами из Института легких материалов и технологий ОК РУСАЛ разработаны новые составы алюминиевых сплавов систем Al-Si-Cu, Al-Si-Fe-Ni, Al-Mg-Sc, Al-Ce-Cu для аддитивных технологий. Сплавы обладают высокой технологичностью при селективном лазерном плавлении, обеспечивающей пониженную пористость материала и, как следствие, высокий уровень механических свойств.

Изучена кинетика и механизмы распада в алюминиевых сплавах, содержащих цирконий (0,2-0,3 масс.%) и марганец (0,9-1,4 масс.%), с целью определения оптимальных условий термомеханической обработки с выделением высокой плотности наноразмерных частиц вторых фаз с размером от 7 до 40 нм. На основании полученных закономерностей разработаны новые сплавы с микрозернистой структурой и улучшенными показателями сверхпластичности и режимы сверхпластической деформации, обеспечивающие в 1,3-2 раза большие относительные удлинения, низкую остаточную пористость и повышенные свойства при комнатной температуре.

Для сплавов системы Fe-Al на основе дифракционных исследований обоснована кластерная модель упорядочения для состава типа  $Fe_3Al$ . На основе *in-situ* измерений параметров дифракционных отражений получена информация о температурной зависимости размеров кластеров и степени дальнего порядка в них. Изучены механизмы неупругости в моно- и поликристаллических образцах типа  $Fe_3Al$  и показано влияние упорядочения на подвижность атомов Al. Для сплавов систем Fe-Ga и Fe-Ga-Tb впервые исследованы в *in-situ* режиме фазовые превращения второго рода  $D0_3 \leftrightarrow A2$  при нагреве и охлаждении. Сплавы системы Fe-Ga, дополнительно легированные Tb имеют гетерогенную структуру и повышенные значения магнитострикции.

Проведены работы по повышению прочности полимерных изделий, получаемых с помощью 3D-принтеров. Получены зависимости прочности сцепления слоев от геометрических и температурных параметров процесса. Разработаны и апробированы рекомендации по настройке технологии 3D-печати, обеспечивающие повышение прочности изделий в 1,3–2 раза.

**Подготовка специалистов высшей квалификации**

В 2018 году на кафедре были подготовлены к защите и успешно защищена 1 диссертация на соискание ученой степени доктора наук и 3 диссертации на соискание ученой степени кандидата наук:

1. Попов В.А. Разработка способов получения и улучшения свойств композиционных материалов с применением нанопорошков. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук.

2. Базлов А.И. Особенности кристаллизации и механизмы деформации объёмных металлических стекол на основе Ni, Fe, Zr. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук.

3. Мостафа А.Л.М. Структура и свойства композитов на основе алюминия с низким коэффициентом термического расширения. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук.

4. Мохамед И.А.М. Исследование и разработка композиционных материалов на основе алюминия для применения в транспортном машиностроении. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук.

#### **Основные публикации**

1. Balagurov A., Bobrikov I., Sumnikov S., Golovin I. Antiphase domains or dispersed clusters? Neutron diffraction study of coherent atomic ordering in Fe<sub>3</sub>Al-type alloys *Acta Materialia* 2018 153 45-52.

2. Lubenchenko A., Churyumov A., Jiang J., Batrakov A., Eckert J., Louzguine-Luzgin D., Greer A., Orava J., Ketov S., Trifonov A., Ivanov Y. On cryothermal cycling as a method for inducing structural changes in metallic glasses *NPG Asia Materials* 2018 10 137-145.

3. Golovin I., Emdadi A., Balagurov A., Bobrikov I., Cifre J., Zadorozhnyy Y., Rivière A. Anelasticity of iron-aluminide Fe<sub>3</sub>Al type single and polycrystals *Journal of Alloys and Compounds* 2018 746 660-669.

4. Molina-Aldareguia J., Yang L., Kilmametov A., Tyurin A., Churyumov A., Churakova A., Valiev R., Boltynjuk E., Gunderov D., Ubyivovk E., Monclús M. Enhanced strain rate sensitivity of Zr-based bulk metallic glasses subjected to high pressure torsion *Journal of Alloys and Compounds* 2018 747 595-602.

5. Kishchik A., Mikhaylovskaya A., Kotov A., Rofman O., Portnoy V. Al-Mg-Fe-Ni based alloy for high strain rate superplastic forming *Materials Science and Engineering: A* 2018 718 190-197.

6. Boyer S., Gerland M., Rivière A., Cifre J., Palacheva V., Mikhaylovskaya A., Golovin I. Anelasticity of the Fe-Ga alloys in the range of Zener relaxation *Journal of Alloys and Compounds* 2018 730 424-433.

7. Pozdniakov A., Churyumov A., Loginova I., Daubarayte D., Ryabov D., Korolev V. Microstructure and properties of novel AlSi11CuMn alloy manufactured by selective laser melting *Materials Letters* 2018 225 33-36.

8. Kishchik M., Mikhaylovskaya A., Kotov A., Mosleh A., AbuShanab W., Portnoy V. Effect of multidirectional forging on the grain structure and mechanical properties of the Al-Mg-Mn alloy *Materials* 2018 11.

9. Kuznetsov V., Solonin A., Urzhumtsev O., Schilling R., Tavitov A. Strength of PLA components fabricated with fused deposition technology using a desktop 3D printer as a function of geometrical parameters of the process *Polymers* 2018 10

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

– количество статей в Web of Science и Scopus с исключением дублирования – 63.

– 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 - 5 шт.

– количество выставок, на которых были представлены экспонаты или стенды научных разработок с участием сотрудников кафедры – 2.

– получена Первая премия ОИЯИ в области экспериментальной физики за 2018 год (И. С. Головин, В. В. Палачева).

#### **Контактные реквизиты подразделения**

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

**Тел.:** (499) 236-31-29

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

## КАФЕДРА МЕТАЛЛУРГИИ СТАЛИ, НОВЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛОВ

**Дуб Алексей Владимирович**  
Заведующий кафедрой,  
доктор технических наук, профессор



Научно-исследовательская деятельность кафедры направлена на решение фундаментальных задач теории производства стали и ферросплавов, моделирования металлургических процессов, а также прикладных задач в области автоматизации и управления процессами получения стали, совершенствование конструкций металлургических агрегатов и проектирования цехов и мини-заводов, создание научных основ получения декоративных, антикоррозионных и износостойких покрытий на изделия из легких конструкционных сплавов, создание экспресс-методов анализа коррозионной стойкости конструкций из строительных материалов.

На кафедре функционирует лаборатория холодного моделирования процессов продувки жидкой стали в кислородном конвертере, ковше и циркуляционном вакууматоре.

На кафедре создана учебно-научно-производственная база «Тёплый стан», имеющая в своём распоряжении современное плавильное оборудование спецэлектрометаллургии – вакуумно-индукционные печи, печи электрошлакового переплава, печь с холодным тиглем и т.д. На УЧНБ «Теплый стан» осуществляются выполнение НИР и ОКР, проведение практических занятий для студентов и аспирантов, разработка учебных моделей и тренажёров и изготовление малотоннажных партий специальных сталей и сплавов для внешних заказчиков.

На кафедре создана лаборатория «Перспективные прецизионные материалы» (ППМ), которая специализируется на разработке технологий получения тонкодисперсных прецизионных порошков для производства миниатюрных технических устройств с использованием МИМ-технологии, низкотемпературного применения перспективных литий-воздушных батарей и терапевтической онкологической гипертермии. Лаборатория ППМ оснащена оборудованием: пробоподготовки МЕТКОН; проведения исследований состава и свойств прецизионных материалов - газоанализаторы NCS Germany, оптико-эмиссионный спектрометр OBLF; измерения локальных магнитных свойств – ГМИ сканер; производства субмикронных и наноразмерных частиц прецизионных материалов.

### **Основные направления научных работ кафедры**

- Теория и технология производства стали и сплавов в различных металлургических агрегатах
- Разработка и оптимизация технологий внепечной обработки и разливки стали
- Теория и технология производства сложнолегированных сталей и сплавов методами современной спецэлектрометаллургии
- Развитие ресурсосберегающих технологий производства ферросплавов
- Автоматизация управления процессом выплавки стали в дуговых электропечах и конвертерах
- Математическое и физическое моделирование сталеплавильного производства
- Разработка проектов металлургических цехов, агрегатов и мини-заводов
- Совершенствование систем и методов контроля качества металлопродукции
- Рациональное природопользование и экологические аспекты металлургического производства
- Исследование и экспертиза коррозионной стойкости элементов строительных металлоконструкций
- Новые технологии модернизации состояния поверхности лёгких конструкционных материалов и сталей, замещающие традиционные методы

### **Кадровый потенциал кафедры**

На кафедре работают:

9 - профессоров,

13 - доцентов,

1 - старший преподаватель,

1 - ассистент преподавателя.

Из них: 1 член-корр РАН, 8 докторов технических наук, 8 кандидатов технических наук, 5 кандидатов химических наук, 1 кандидат физико-математических наук.

### **Наиболее крупные проекты в 2018 году**

Совершенствование технологии производства низкоуглеродистой коррозионностойкой стали 08X18H10T методом вакуум-кислородного рафинирования в условиях ООО «ОМЗ-Спецсталь» с целью сокращения затрат на выплавку

ФЦП 14.578.21.0128 Разработка технологии производства тонкодисперсных и сфероидизированных порошков прецизионных сплавов фракционным составом менее 10 мкм с целью изготовления миниатюрных технических устройств и электронных компонентов с использованием аддитивных и МПМ технологий.

Проект по программе 5-100 «Разработка и применение аморфных ферромагнитных микропроводов для создания новых сенсоров, композиционных материалов и устройств на их основе» (грант № К2-2017-008).

Исследование возможности нанесения декоративного покрытия на металлические части изделия СТ-К. Получение покрытий, получаемых методом плазменно-электролитической обработки на поверхности образцов из магниевых сплавов и оценка их защитных свойств (износостойкости и коррозионной стойкости). Получение покрытий, получаемых методом плазменно-электролитической обработки на поверхности образцов из алюминиевых сплавов и оценка их защитных свойств (износостойкости и коррозионной стойкости).

Разработка модели шлаков внепечной обработки КС СП.

Кафедра металлургии стали, новых производственных технологий и защиты металлов активно сотрудничает в научно-технической сфере с ведущими металлургическими предприятиями России – ПАО «Северсталь», ОАО «НЛМК», ОАО «Магнитогорский Металлургический Комбинат», ОАО «Металлургический завод «Электросталь», ОАО «Комполит», ООО «ОМЗ-Спецсталь» и др.

### **Основные научно-технические показатели в 2018 году**

– общее количество публикаций: 39.

– количество сотрудников и аспирантов (включая заочных), защитивших кандидатские диссертации – 6 чел.

– количество зарегистрированных патентов, ноу-хау и заявок в год – 2 шт.

– количество выставок, на которых были представлены экспонаты или стенды научных разработок с участием сотрудников кафедры – 1

– количество конференций, организованных кафедрой – 1

– количество конференций, в которых участвовали сотрудники кафедры – 20

### **Основные публикации**

1. Dub A. V. et al. Comparative Mechanical Tests of Samples Obtained by the Domestic Experimental Unit Meltmaster3D-550 //Proceedings of the Scientific-Practical Conference” Research and Development-2016”. – Springer, Cham, 2018. – С. 329-340

2. Satish Tailor, Rohit Upadhyaya, Manjunath S.Y., A.V. Dub, Ankur Modi, S.C. Modi Atmospheric plasma sprayed 7%-YSZ thick thermal barrier coatings with controlled segmentation crack densities and its thermal cycling behavior// *Ceramics International*. – February 2018, – № 44(3), p. 2691-2699.

3. А. Я. Травянов, А. В. Дуб, П. В. Петровский, В. В. Чеверикин. Исследование механических свойств ячеистых структур из коррозионностойкой стали 03X16H15M3 в зависимости от параметров элементарной ячейки// *Черные металлы*. - №10 (1042), 2018 г.

4. Волкова О.В., Дуб А.В., Ракоч А.Г., Сафонов И.А. Исследование влияния минераловатных теплоизоляционных материалов на коррозионную стойкость горячеоцинкованной стали// *УДК 669.58.620.193 «Цветные металлы»*, 2018, №3, с. 65-69.

5. Волкова О.В., Дуб А.В., Ракоч А.Г., Гладкова А.А. Коррозия и защита несущих конструкций навесных фасадных систем из алюминиевых сплавов в средах, содержащих хлориды. Тезисы Всероссийской конференции «Защита от коррозии» 2018 г.

6. Vasily A. Bautin, Nikita S. Kholodkov, Alexander G. Seferyan, Nikolai A. Usov, Chemically Synthesized FeCo Powder for Advanced Applications. Journal of Superconductivity and Novel Magnetism. October 2018, Volume 31, Issue 10, pp3371–3378 <http://doi.org/10.1007/s10948-018-4611-1>

7. Bautin V.A. , Kostitsyna, E.V. , Popova A.V. , Gudoshnikov S.A. , Ignatov A.S. , Usov N.A. Glass shell etching to control residual quenching stress in Co-rich amorphous ferromagnetic microwires. Journal of Alloys and Compounds , Volume 731, 15 January 2018, Pages 18-23 <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2017.09.196>

8. Bautin V.A., Seferyan A.G., Nesmeyanov M.S., Properties of polycrystalline nanoparticles with uniaxial and cubic types of magnetic anisotropy of individual grains. Journal of Magnetism and Magnetic Materials, Volume 460, 15 August 2018, Pages 278-284 <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2018.04.019>

9. Koltygin A., Bazhenov V., Komissarov A., Khasenova R., Anishchenko A., Fozilov B., Bautin V., Seferyan A., Bilyalov A., Effect of ECAP on the microstructure, mechanical and corrosion properties of Mg-Zn-Ca and Mg-Zn-Ca-Mn biodegradable alloys, METAL 2018, Pages 1388-1393 ISBN: 978-808729484-0

10. Bazhenov V., Koltygin A., Komissarov A., Anishchenko A., Khasenova R., Komissarova J., Bautin V., Seferyan A., Fozilov B., Microstructure, mechanical and corrosion properties of biodegradable Mg-Ga-Zn-X (X = Ca, Y, Nd) alloys, METAL 2018, Pages 1375-1380 ISBN: 978-808729484-0

11. Yu.Ya. Andreev - A Scale of Absolute Surface Potentials of Metals. Part 1. // Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces. 2018. Vol. 54. №6. P.P. 991-1003.

12. А.А. Коростелев, А.Е. Семин, Г.И. Котельников, В.В. Емельянов, И.С. Мурзин. Использование горячебрикетированного железа при выплавке в дуговой сталеплавильной печи. Черные Металлы, №3, 2018

13. Komolova O.A., Grigorovich K.V. Mathematical models, algorithms and software for dynamic simulation of ladle treatment technology. ICS 2018 - 7th International Congress on Science and Technology of Steelmaking: The Challenge of Industry 4.0. 2018

14 Grigorovich K.V., Komolova O.A. Mathematical modeling and optimization of steelmaking technologies ICS 2018 - 7th International Congress on Science and Technology of Steelmaking: The Challenge of Industry 4.0. 2018

#### **Награды студентов, аспирантов и сотрудников кафедры**

Студенты получили награды в следующих конкурсах:

1. XIII Международной промышленной выставке «Металл-экспо 2018» - Демидова Н. В., Подкур С.В.

2. MISIS Case 2018» - Демидова Н. В., Аксенова В.В., Агеев М.И., Подкур С.В., Баринов М.Э.

3. Победители конкурса на лучший молодежный доклад в рамках XV Международного Конгресса сталеплавильщиков и производителей металла - Демидова Н. В., Подкур С.В.

#### **Защищенные кандидатские диссертации:**

Волкова Ольга Владимировна – научный руководитель профессор Дуб А.В.

Щукина Людмила Евгеньевна – научный руководитель профессор Семин А.Е.

Турсунов Нодиржон Каюмжонович – научный руководитель профессор Семин А.Е.

Дауд Ахмед – научный руководитель профессор Семин А.Е.

Бут Екатерина Александровна – научный руководитель профессор Павлов А.В.

Фан Ван Чыонг – научный руководитель профессор Ракоч А.Г.

#### **Контакты**

**Дуб Алексей Владимирович** – заведующий кафедрой, д-р техн. наук, профессор  
кабинет: А-318

**Тел/факс:** (495) 638-45-17

**E-mail:** [doub@cniitmash.ru](mailto:doub@cniitmash.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:

11 – профессоров, 15 – доцентов, 4 – старших преподавателя и 4 – ассистентов, 8 – научных сотрудников (2 гл.н.с., 2 в.н.с., 4 с.н.с.), 4 – эксперт, 1 – зав. лабораторией, 30 – инженера, 3 – учебных мастера, 3 – лаборанта.

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

На кафедре обучаются 33 аспиранта.

### Важнейшие научно-технические достижения кафедры в 2018 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 термомеханической 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 промышленным партнером компанией ООО «КОНМЕТ», будут изготовлены низко модульные балки для динамических систем транспедикулярной фиксации позвоночника.

**Общий объем финансирования** научно-исследовательских работ в 2018 г. составил 76,066 млн. руб.

Всего в 2018 году выполнено 11 хоздоговорных работ по заданию предприятий: ООО «АЛ-МЕТ», ООО «ТК «ТИТАН ГРУПП», ООО «Алмета, АО «Завод алюминиевых сплавов», АО «ВНИИНМ» 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 гранта Президента РФ, 1 проект субсидируемый Минобрнауки РФ.

Из них наиболее крупные проекты:

– Тема № К4-2016-056 по программа 5-100, направление К-4: «Исследование функционального поведения новых сверхупругих сплавов с памятью формы на основе титана в модельных биологических растворах (PostDoc M.F. Ijaz)». Руководитель – С.Д. Прокошкин.

– Тема № 3316202 проект по Госзаданию Минобрнауки РФ: «Разработка технологии получения коррозионноустойчивых алюминиево-кальциевых сплавов, упрочняемых наночастицами фазы L12 без использования закалки». Руководитель – Н.А. Белов.

– Тема № 3676002 по гранту Президента РФ: «Разработка технологии получения заготовок для изготовления костных имплантатов из сверхупругих сплавов Ti-Zr-Nb нового поколения». Руководитель – В.А. Шереметьев.

– Тема № 1676025 ООО «ТК «ТИТАН ГРУПП»: «Разработка технологических режимов и изготовление опытных партий сплошных и полых заготовок из титановых сплавов»: Руководитель – А.С. Алещенко.

– Тема № 1676030 АО «Завод алюминиевых сплавов»: «НИР «Исследование структуры вторичного деформируемого алюминиевого сплава». Руководитель – Н.А. Белов.

**Основные публикации (наиболее значимые)**

Статьи:

1. Т.К.Акopyан, А.С. Aleshenko, N. A. Belov, S.P.Galkin , “Effect of Radial–Shear Rolling on the Formation of Structure and Mechanical Properties of Al–Ni and Al–Ca Aluminum–Matrix Composite Alloys of Eutectic Type The Physics of Metals and Metallography, 2018, Vol.119 , No.3 , pp. . 2018, Vol. 119, pp. 241–250.

2. N.A. Belov, E.A. Naumova, T. K. Akopyan, V.V., Doroshenko “Phase Diagram of the Al–Ca–Fe–Si System and Its Application for the Design of Aluminum Matrix Composites”, JOM, 2018, 70(11), p. 2710-2715. Q1;

3. Travyanov A.Y., Petrovskiy P.V., Cheverikin V.V., Sokolov P.Yu., Davidenko A.A. Investigation of the influence of geometry and technological parameters of production on the structure and properties of spherical cellular structures obtained by selective laser melting // J. Phys.: Conf. Ser. 2018. Vol. 1109.

4. N.A. Belov, E.A. Naumova, T. K. Akopyan, V.V., Doroshenko “Design of Multicomponent Aluminium Alloy Containing 2 wt.% Ca and 0.1 wt.% Sc for Wrought and Cast Products”, Journal of Alloys and Compounds, 2018, vol.762, P.528–536. Q1;

5 .A.O.Yakovleva, N.A. Belov, “Effect of Low-Melting Metals (Pb, Bi, Cd, In) on the Structure, Phase Composition, and Properties of Casting Al–5% Si–4% Cu Alloy”, The Physics of Metals and Metallography, 2018, Vol. 119, No. 1, pp. 45–53.

6. K. Yu. Chervyakova, N. A. Belov, M. E. Samoshina, and A. A. Yakovlev “Investigation into the Fabrication Possibility of the Boron–Aluminum Sheet Rolling of Increased Strength without Using Homogenization and Quenching”. Russian Journal of Non-Ferrous Metals, 2018, Vol. 59, No. 2, pp. 200–206.

7. Шуркин П.К., Долбачев А.П., Наумова Е.А., Дорошенко В.В. «Влияние железа на структуру, упрочнение и физические свойства сплавов системы Al–Zn–Mg–Ca», Цветные металлы, 2018, №5 С.69-77.

8. Соколов А. А., Мишуров С.С., Наумова Е.А., Летагин Н.В. «Результаты исследования химически чистых оксидов и промышленных отходов с целью определения кинетики их совместного спекания при создании огнеупорных композитов литейного производства. Часть 1. Морфологическое строение». Цветные металлы, 2019, №12, С.63-68.

9. E. A. Naumova, T. Akopyan, N. Letyagin, M. A. Vasina Investigation of the structure and properties of eutectic alloys of the Al-Ca-Ni system containing REM Non-ferrous on-Metals. 2018. No. 2. pp. 25–30.

10. Будников А.С., Романцев Б.А., Харитонов Е.А. Определение диаметра валков станов винтовой прокатки. Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2018. Т. 61. № 9. С. 683-688.

11. Романцев Б.А., Чан Ба Хюи, Скрипаленко М.М., Скрипаленко М.Н., Гладков Ю.А., Однокозова С.А. Моделирование процесса винтовой прошивки в четырехвалковой клети Сталь. 2018. № 8. С. 32-35.

12. Алещенко А.С., Гамин Ю.В., Чан Б.Х., Цюцюра В.Ю. Особенности износа рабочего инструмента при прошивке жаропрочных сплавов Черные металлы. 2018. № 8. С. 63-70.

13. Романцев Б.А., Гончарук А.В., Гамин Ю.В., Алещенко А.С. Анализ разностенности гильз при прошивке в трехвалковом стане. Производство проката. 2018. № 2. С. 20-23.

14. Самусев С.В., Фадеев В.А. Скрипаленко М.М. Физическое моделирование процесса формоизменения заготовки для производства сварных труб по схеме UOE. Производство проката, №2, 2018 г., с.24-29.

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

– количество публикаций: статей – 94, в том числе: в российских научных журналах из списка ВАК – 43, в научных журналах, индексируемых в Web of Science и Scopus - 51;

– 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 2018**

– Ашихмин М.А., Люлченко К.А., Медведев С.С. – Стипендия Трубной металлургической компании им. А.Д. Дейнеко за успехи в учебной деятельности и научные исследования в области металлургии;

– Мусин А.Ф., Финагеев А.С. Шуркин П.К. Летагин Н.В. Международная промышленная выставка «МЕТАЛЛ-ЭКСПО 2018» премия «Молодые ученые 2018»;

– Аспирант Шуркин П.К., получает стипендию Президента РФ;

– Дорошенко В.В., Карпова Ж.А. стипендиаты правительства РФ;

– Магистранты: Казанцев М. А., Шаталов К.В. получают стипендию фонда Потанина;

– Магистранты: Казанцев М. А., Шаталов К.В. получают стипендию Фонда Арконик;

– Кучеренко А.Ю., Сидорова Е.П., Карелин Р.Д., Шуркин П.К., Карпова Ж.А., Дорошенко В.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

## КАФЕДРА ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ

**Левашов Евгений Александрович**  
Заведующий кафедрой,  
доктор технических наук, профессор,  
почетный доктор Горной Академии Колорадо (США), 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, терморекреационного электроискрового упрочнения с использованием композиционных мишеней и электродов.
- Создание нового поколения наномодифицированных материалов для ТВЭЛ и ПЭЛ.

### Кадровый потенциал кафедры

На кафедре работают: 8 профессоров, 6 доцентов, 2 старших преподавателя, 1 старший научный сотрудник, 2 ведущих эксперта, 8 аспирантов, 12 лаборантов. Из них: 1 член-корр. РАН, 1 академик РАЕН, 1 академик международной академии керамики, 8 докторов наук, 8 кандидатов наук. На кафедре обучаются 14 аспирантов.

### Общий объем финансирования научно-исследовательских работ

Выполнено 10 научно-исследовательских работ, включая проекты ФЦП Минобрнауки РФ, РФФИ, Российского научного фонда (РНФ), хоздоговоры с ПАО «Северсталь», ООО «Завод технической керамики» и ФГУП «НПО «Техномаш» на общую сумму 57,005 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. Конкурс ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы», соглашение о предоставлении субсидии № 14.578.21.0260 от 26.09.2017 «Разработка функциональных металлических сферических микропорошков из материалов нового поколения для получения деталей сложной формы с использованием аддитивных технологий» на сумму 12 млн. руб. в год.

3. Хозяйственный договор № 289НВ/9000059786 от 09.01.2017 г. с ПАО «Северсталь» по теме: «Разработка технологии и подбор оборудования для производства порошковых смесей, готовых для прессования» на сумму 9 млн. руб. в год.

4. Грант РФФИ по приоритетному направлению деятельности «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований отдельными научными группами», проект 14-19-00273 «Твердые температурно-адаптирующиеся самосмазывающиеся наноконпозиционные покрытия» на сумму 6 млн. руб. в год.

5. 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. Исследованы режимы формования крупнозернистых смесей твердых сплавов с легирующими функциональными добавками. Изучено влияние режимов вакуум-компрессионного спекания (ВКС) на структуру и свойства крупнозернистого твердого сплава с различной концентрацией легирующих функциональных добавок. Показано, что оптимальный режим ВКС позволяет получать компактные образцы с относительной пористостью более 99,9%, твердостью более 11 ГПа, трещиностойкостью более 16,2 МПа·м<sup>0,5</sup>. В результате термообработки в образцах оптимального состава в связующей фазе происходит выделение наноигол с толщиной 2-4 нм. Исследованы механизмы деформации и разрушения в интервале температур 300-900 °С иерархических крупнозернистых твердых сплавов. Установлено, что крупнозернистые твердые сплавы с наномодифицированной связкой имеют на 30% увеличенную энергию активации ползучести по сравнению со стандартным твердым сплавом, а разрушение происходит преимущественно по границе WC-Co. Получен сплав с твердостью 12 ГПа, пределом прочности при изгибе – 2800 МПа, трещиностойкостью – 18 МПа·м<sup>0,5</sup>. Полученные иерархические твердые сплавы рекомендованы для изготовления рабочих элементов породоразрушающего и камнеобрабатывающего инструмента, работающего в условиях пониженных температур.

2. Изготовлены экспериментальные партии микропорошков для плазменной сфероидизации. Исследовано влияние энтальпии плазменного потока на степень сфероидизации частиц и долю испаренного материала. Разработана методика плазменной сфероидизации порошков жаропрочного никелевого сплава CompoNiAl-M5-3 на основе моноалюминид никеля. Изучена эволюция структуры при нагреве до температуры: 350, 450, 550, 650, 750 и 850 °С. Средние значения предела прочности, пропорциональности и относительной усадки составили 2750±96 МПа, 1253±25 МПа и 12±0,5%, соответственно. На установке SLM 280, SLM Solution проведена оптимизация режимов и стратегии процесса выращивания образцов, в том числе сложнопрофильных моделей лопаток ГТД. Определены оптимальные режимы СЛП, обеспечивающие минимальную пористость менее 0,1% и шероховатость, наибольшие механические свойства. Построена зависимость высокотемпературной ползучести от температурно-силовых условий в интервале 298-1373 К при уровне силового воздействия 298, 247, 196 и 145 МПа. Показано, что операция ГИП для СЛП-образцов способствует увеличению механических свойств.

3. Разработаны перспективные составы смесей порошковых сталей, готовых для формования и спекания. Установлены оптимальные режимы всех технологических процессов, обеспечивающие наилучшие свойства: плотность, твердость, прочность на растяжение, относительное удлинение. Проведены сравнительные исследования разработанных порошковых сталей и сталей, изготовленных с применением порошков ASC 100.29, Distaloy AE, Intralube E и Starmix BOOST.

4. По технологиям горячего прессования и искрового плазменного спекания получены керамические материалы в системе ZrB<sub>2</sub>-SiC-MoSi<sub>2</sub>. Изучены особенности синтеза керамики в системе Ta-Si-C(N), а также кинетика и механизм ее окисления при температурах 1200-1650 °С. Получена керамика TaSi<sub>2</sub>-SiC с твердостью 19,1 ГПа и вязкостью разрушения 6,7 МПа м<sup>1/2</sup>. Изготовлены двухслойные мишени, с помощью которых осаждены наноконпозиционные покрытия, со-

стоящие из нанокристаллитов Ta(Si,C,N) или Ta<sub>3</sub>Si<sub>3</sub> и аморфной матрицы a-(Si,C,N). Покрытия характеризовались высокой термической стабильностью и стойкостью к окислению при температурах до 800 °С. В ходе трибологические испытания установлено, что происходит снижение коэффициента трения покрытий с ростом температуры: от 0,38 (25 °С) до 0,23 (800 °С).

5. Установлены типы и концентрации модификаторов, перспективных для создания металлматричных алмазосодержащих материалов с рекордно высоким уровнем механических и трибологических свойств. Наилучшие свойства обеспечивает гибридное наномодифицирование. Проведены in-situ испытания по изучению механизма деформации и разрушения полученных материалов в колонне просвечивающего электронного микроскопа. Разработана компьютерная модель, связывающая иерархическую структуру связки, распределение и морфологию модификатора с механическими свойствами композита.

#### Подготовка специалистов высшей квалификации

Защищена 1 кандидатская диссертация по специальности 05.16.06 «порошковая металлургия и композиционные материалы»: аспирант Яцюк Иван Валерьевич, тема: «Получение методом СВС перспективных керамических материалов на основе боридов, силицидов циркония и карбида кремния». Научный руководитель д.т.н., профессор Левашов Е.А.

#### Основные публикации

##### Статьи

1. Kaplanskii Y.Y., Korotitskiy A.V., Levashov E.A., Sentyurina Zh.A., Loginov P.A., Samokhin A.V., Logachev I.A., Microstructure and thermomechanical behavior of Heusler phase Ni<sub>2</sub>AlHf-strengthened NiAl-Cr(Co) alloy produced by HIP of plasma-spheroidized powder, **Materials Science and Engineering: A**, 729C (2018) pp. 398–410. (IF=3.414)

2. Xanthopoulou G., Thoda O., Roslyakov S., Steinman A., Kovalev D., Levashov E., et al. Solution combustion synthesis of nano-catalysts with a hierarchical structure. **Journal of Catalysis**, 2018, 364, p.112-124 (IF=6.759).

3. Kaplanskii Yu.Yu., Zaitsev A.A., Levashov E.A., Loginov P.A., Sentyurina Zh.A. NiAl based alloy produced by HIP and SLM of pre-alloyed spherical powders. Evolution of the structure and mechanical behavior at high temperatures. **Materials Science & Engineering: A**, 2018, 717, p. 48-59. (IF=3.414)

4. Konyashin Igor, Zaitsev Alexander, Meledin Alexander, Mayer Joachim, Loginov Pavel, Levashov Evgeny and Ries Bernd. Interfaces between Model Co-W-C Alloys with Various Carbon Contents and Tungsten Carbide **Materials** 2018, 11(3), 404 (IF=2.467).

5. Konyashin I., Ries B., Hlawatschek S., Mazilkin A. Novel industrial hardmetals for mining, construction and wear applications **Int. J. of Refractory Metals and Hard Materials** Volume 71, 2018, Pages 357-365 (IF=2.155)

6. Frag S., Konyashin I., Ries B. The influence of grain growth inhibitors on the microstructure and properties of submicron, ultrafine and nano-structured hardmetals – A review. **Int. J. of Refractory Metals and Hard Materials** Volume 77, 2018, Pages 12-30 (IF=2.155)

7. Loginov P.A., Sidorenko D.A., Levashov E.A., Petrzhhik M.I., Bychkova M.Ya., Mishnaevsky L. Jr. Hybrid Metallic Nanocomposites For Extra Wear Resistant Diamond Machining Tools. **Int. J. of Refractory Metals and Hard Materials**, 2018, 71, p. 36-44. (IF=2.155)

9. Rogachev A.S., Vadchenko S.G., Aronin A.S., Shchukin A.S., Kovalev D.Yu., Nepapushev A.A., Ruvimov S., Mukasyan A.S. Self-sustained exothermal waves in amorphous and nanocrystalline films: A comparative study, **J. Alloys and Compounds**, 749, 44-51 (2018). (IF=3.779)

10. Bondarev A.V., Kvashnin D.G., Shchetinin I.V., Shtansky D.V. Temperature-dependent friction behavior and structural transformation of VCN-(Ag) coatings, **Materials and Design**, 160 (2018) 964-973. (IF=4.525)

##### Патенты

1. Левашов Е.А., Зайцев А.А., Санин В.В., Погожев Ю.С., Капланский Ю.Ю., Санин В.Н., Юхвид В.И., Сентюрин Ж.В. Способ получения электродов из сплавов на основе алюминидов никеля. Патент РФ № 2644702. Оpubл. 13.02.2018, Бюл. № 5.

2. Панов В.С. Способ получения порошка молибдена. Патент РФ № 2656124. Оpubл. 16.04.2018, Бюл. № 11.

3. Еремеева Ж.В., Нарва В.К., Лопатин В.Ю., Корзников О.В., Федина Т.В., Водовозова Г.С., Барышков С.В. Способ нанесения алюминиевого покрытия на железный порошок. Патент РФ № 2675711. Оpubл. 24.12.2018, Бюл. № 36.

**Основные научно-технические показатели:**

Статей в журналах Web of Science и Scopus – 58

Статей в российских научных журналах из списка ВАК - 23

Количество сотрудников и аспирантов, защитивших кандидатские диссертации - 1

Количество поддержанных патентов на объекты промышленной собственности – 3

Количество зарегистрированных зарубежных патентов и заявок в год – 2

Количество конференций, в которых принимали участие сотрудники кафедры - 14

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

**Награды.**

1. Золотая медаль Международного салона промышленной собственности «Архимед 2018» (Москва) за разработку «Способ получения электродов из сплавов на основе алюминид никеля».

2. Золотая медаль на Международном салоне изобретений «IENA 2018» (Нюрнберг, Германия) и Сертификат «За вклад в инновации» от общества изобретателей Португалии, за разработку «Способ получения электродов из сплавов на основе алюминид никеля».

3. Серебряная медаль на 14-ой Международной ярмарке инноваций «SIIF 2018» (Сеул, Корея) за разработку: «Способ получения электродов из сплавов на основе алюминид никеля» и приз Ассоциации изобретателей и инноваторов Тайваня.

4. Почетная медаль имени академика Г.В. Курдюмова «За выдающиеся заслуги в области физического металловедения» вручена Левашову Е.А на 10-й Межд. конференции «Фазовые превращения и прочность кристаллов», 30.10.2018 г.

**Контакты**

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

**Тел:** (495) 638-45-00

**E-mail:** levashov@shs.misis.ru; www.pm-i-fp.ru

## КАФЕДРА СЕРТИФИКАЦИИ И АНАЛИТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

**Филичкина Вера Александровна**

Заведующая кафедрой,  
кандидат химических наук, доцент



Во всем мире деятельность в области качества уже давно превратилась в стремительно развивающуюся область науки и практики со своими специфическими концепциями, теориями, методами и терминологией. На сегодняшний день, качество – это не только знания и навыки, это способ мышления, культура ценностей и поведения.

Продукция – это результат процесса, а ее качество – результат качественной, четкой и слаженной работы людей, осуществляющих процессы ее жизненного цикла от изучения потребностей рынка до поставки готовой продукции потребителю. Качество продукции характеризуется тремя основными параметрами: химическим составом, структурой и свойствами. Для объективной оценки качества сырья, материалов и готовой продукции необходимо создание высокоэффективных и достоверных методов испытаний. Чтобы гарантировать качество

результатов испытаний, необходимо их надежное методическое и метрологическое обеспечение.

На кафедре гармонично развиваются и 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 возможностей современных методов аналитической химии, таких как различные виды масс-спектрометрии, химическое концентрирование, атомно-спектральный анализ с различными источниками возбуждения, для характеристики редких, редкоземельных, благородных металлов и вторичного металлосодержащего сырья;

– исследования по применению спектроскопии лазерно-индуцированной плазмы для элементного анализа материалов аддитивных технологий на каждом технологическом этапе синтеза функциональных покрытий (порошок – синтез – деталь);

– исследования, в рамках развития подхода Шухарта и Деминга к совершенствованию процессов в условиях современных технологических вызовов, по расширению применения методов системного и статистического мышления в тех отраслях и сферах деятельности, где такой подход либо очень редок, либо не применялся ранее.

### **Кадровый потенциал кафедры**

5 - профессоров, 10 - доцентов, 1 - старший преподаватель, 1 – ассистент,

1 – ведущий научный сотрудник, 4 - инженера.

Из них: 4 - доктора наук, 13 - кандидатов наук.

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

Общий объем выполненных на кафедре научно-исследовательских работ составил в 2018 году 11 млн. 342 тыс. рублей.

### **Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2018 г.**

Выполнен комплекс разработок по аналитическому контролю редкоземельных металлов. Для решения актуальной проблемы анализа высокочистых редкоземельных металлов разработан методический подход, основанный на применении инструментального многоэлементного атомно-эмиссионного с дуговым источником возбуждения анализа и способов концентрирования с использованием серу-азот содержащих сорбентов. Разработаны методики дугового атомно-эмиссионного определения Al, Bi, Cd, Ca, Ce, Cr, Co, Cu, Dy, Er, Eu, Gd, Ho, Fe, La, Pb, Lu, Mg, Mn, Nd, Ni, Pr, Sm, Sc, Tb, Tm, V, Y, Yb, Sb, Mo, Si, Te, Sn, Ti, Zn в Y, Gd, Nd, Eu, Sc и их оксидов в диапазоне  $2 \times 10^{-6}$ – $1 \times 10^{-1}$  массовых долей, %; и химико-атомно-эмиссионного определения As, Bi, Sb, Cu, Te в Y, Gd, Nd, Eu, Sc и их оксидов в диапазоне  $5 \times 10^{-5}$ – $1 \times 10^{-2}$  массовых долей, %.

Продолжены научно-исследовательские работы по развитию методов аналитического контроля и их комбинированию, применительно к вторичному металлсодержащему сырью. С этой целью впервые разработан новый вариант многоэлементного атомно-абсорбционного с непрерывным источником спектра метода анализа отработанных автомобильных катализаторов, включающего микроволновую подготовку проб и концентрирование эко-токсичных примесей.

Разработаны и аттестованы на базе предложенных подходов новые методики инструментального и химико-спектрального определения регламентируемых элементов, в т.ч. платиновых металлов, с улучшенными метрологическими характеристиками.

Уникальные свойства спектроскопии лазерно-индуцированной плазмы (СЛИП) - хорошее пространственное разрешение, высокая скорость анализа, отсутствие необходимости сложной процедуры пробоподготовки, простота реализации - делают ее одним из перспективных методов для количественного многоэлементного анализа объектов в самых сложных и экстремальных условиях. В результате комплекса работ впервые продемонстрирована возможность *in situ* количественного многоэлементного анализа в режиме реального времени в процессе технологического выращивания детали методом аддитивных технологий. Для контроля качества покрытий, синтезируемых по технологии коаксиальной лазерной наплавки, требуется непрерывный он-лайн контроль элементного состава получаемого покрытия. Для этого на базе компактного мощного лазера разработан легкий СЛИП-зонд, который монтируется на технологической головке лазерной коаксиальной наплавки, установленной на промышленном роботе. Проведено систематическое исследование влияния температуры образца на процесс лазерной абляции и аналитических возможностей спектроскопии лазерно-индуцированной плазмы. Результаты он-лайн измерений методом спектроскопии лазерно-индуцированной плазмы согласуются с результатами оф-лайн определений стандартными методами. Дополнительно изучены возможности СЛИП для детектирования дефектов в процессе коаксиальной лазерной наплавки в режиме реального времени на двух примерах: дефекты на оптическом тракте для пучка непрерывного лазера, проблемы с подачей одного из порошковых компонентов при выращивании изделий с двумя и более видами порошков.

Показана возможность использования спектроскопии лазерно-индуцированной плазмы как метода многоэлементного экспресс-анализа металлических порошков для входного контроля аддитивных технологий.

СЛИП был использован для получения двумерных карт распределения основных элементов в одиночном валике износостойкого покрытия и показал лучшие результаты по определению легких элементов в сравнении с EDX, так как последний обладает слабой чувствительностью к легким элементам. Также были получены трехмерные карты распределения элементов в валике с помощью СЛИП.

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

На кафедре обучаются 10 аспирантов.

В 2018 году после окончания аспирантуры 2 аспиранта под руководством В.Б. Барановской защитили диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.02 – Аналитическая химия:

– Еськина Василина Витальевна, тема исследования «Новые методические подходы в атомно-абсорбционном анализе отработанных автомобильных катализаторов»;

– Кошель Елизавета Сергеевна, тема исследования «Дуговой атомно-эмиссионный анализ в контроле качества редкоземельных металлов и их оксидов».

#### **Основные публикации:**

1. Adler Y., Zubkova I. How SPM Can Help Practitioner when Her/His Process Is Unstable/ *ENBIS-18, Nancy, France*, 02-05 Sept. 2018

2. [https://www.enbis.org/activities/events/current/573\\_ENBIS\\_18\\_in\\_Nancy//programmeitem/2745\\_How\\_SPM\\_Can\\_Help\\_Practitioner\\_when\\_Her\\_His\\_Process\\_Is\\_Unstable](https://www.enbis.org/activities/events/current/573_ENBIS_18_in_Nancy//programmeitem/2745_How_SPM_Can_Help_Practitioner_when_Her_His_Process_Is_Unstable)

3. Lednev V. N., Dormidonov A. E., Sdvizhenskii P. A., Grishin M. Y., Fedorov A. N., Savvin A. D., ... & Pershin, S. M. (2018). Compact diode-pumped Nd: YAG laser for remote analysis of low-alloy steels by laser-induced breakdown spectroscopy. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 33(2), 294-303.

4. Lednev V. N., Sdvizhenskii P. A., Asyutin R. D., Tretyakov R. S., Grishin M. Y., Stavertiy A. Y., & Pershin, S. M. (2019). In situ multi-elemental analysis by laser induced breakdown spectroscopy in additive manufacturing. *Additive Manufacturing*, 25, 64-70.
5. Lednev V. N., Pershin S. M., Sdvizhenskii P. A., Grishin M. Y., Fedorov A. N., Bukin V. V., ... & Shchegolikhin, A. N. (2018). Combining Raman and laser induced breakdown spectroscopy by double pulse lasing. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 410(1), 277-286.
6. Lednev V. N., Grishin M. Y., Sdvizhenskii P. A., Asyutin R. D., Tretyakov R. S., Stavertiy A. Y., & Pershin, S. M. (2018). Sample temperature effect on laser ablation and analytical capabilities of laser induced breakdown spectroscopy. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*.
7. Lednev V. N., Sdvizhenskii P. A., Grishin M. Y., Davidov M. A., Stavertiy A. Y., Tretyakov R. S., ... & Pershin, S. M. (2018). Laser induced breakdown spectroscopy for multielement analysis of powdered materials used in additive technologies. *Spectroscopy Letters*, 1-7.
8. Lednev V. N., Sdvizhenskii P. A., Grishin M. Y., Filichkina V. A., Shchegolikhin A. N., & Pershin, S. M. (2018). Optimizing laser crater enhanced Raman spectroscopy. *Applied optics*, 57(9), 2096-2101.
9. Sdvizhenskii P. A., Lednev V. N., Grishin M. Y., Cheverikin V. V., Stavertiy A. Y., Tretyakov R. S., ... & Pershin, S. M. (2018, November). Laser induced breakdown spectrometry for elemental mapping of wear resistant coatings synthesized by laser cladding. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1109, No. 1, p. 012066). IOP Publishing.
10. Lednev V. N., Tretyakov R. S., Sdvizhenskii P. A., Grishin M. Y., Asyutin R. D., & Pershin S. M. (2018, November). Laser induced breakdown spectroscopy for in-situ multielemental analysis during additive manufacturing process. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1109, No. 1, p. 012050). IOP Publishing.

**Основные научно-технические показатели**

– количество публикаций:

статей – 20, в том числе: в российских научных журналах из списка ВАК – 12, в научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science – 8;

– количество конференций, в которых участвовали сотрудники кафедры – 12.

**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

## КАФЕДРА ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И ЗОЛОТА

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



### **Общая информация о кафедре – 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.

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

– Разработка энерго- и ресурсосберегающих технологий переработки полиметаллических руд и концентратов цветных, редких и благородных металлов.

- Исследование процессов восстановления и обеднения шлаковых расплавов медного и никелевого производства.
- Исследования, связанные с разработкой технологии переработки твердых бытовых, промышленных и токсичных отходов с извлечением из них ценных компонентов.
- Интенсификация процессов извлечения золота из руд и концентратов.  
– Разработка ресурсосберегающих и экологически чистых технологий производства стратегически значимых цветных металлов
- Теоретические и вопросы металлотермических процессов, в том числе вакуумных. Исследование карботермических способов восстановления кальция, лития, титана. Исследование низкотемпературного процесса хлорирования оксидов неодима, тербия, диспрозия, циркония и титана.
- Проблемы производства цветных легких металлов: преимущественно алюминий и магний. Технологическое опробование потенциального сырья и вовлечение его в технологический цикл, моделирование и автоматизация технологических процессов и производств.  
– Вторичная металлургия цветных, редких и благородных металлов
- Разработка технологий переработки вторичного сырья, содержащего благородные металлы. Разработка технологий производства порошков и солей на основе серебра.

### **Кадровый потенциал подразделения**

На кафедре работают:

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

Привлеченные ведущие ученые:

– Гудошников С.А., к.ф.-м.н., в.н.с. Программа Минобрнауки по выполнению государственных работ в сфере научной деятельности, «Организация проведения научных исследований», задание № 2014/113.

– Усов Н.А., д.ф.-м.н., в.н.с. Программа повышения конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров 5-100 для проведения научного исследования по проекту «Разработка и применение аморфных ферромагнитных микропроводов для создания новых сенсоров, композиционных материалов и устройств на их основе».

– Громов А.А., д.т.н., в.н.с. Программа повышения конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров 5-100 для проведения научного исследования

по проекту «Лаборатория искусственного интеллекта и молекулярного дизайна в аддитивных технологиях НИТУ МИСиС – СУАЛ ПМ – Liten».

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

Выполнены 6 работ по заданию Минобрнауки РФ и ряда других министерств, ведомств и хозяйствующих субъектов на общую сумму 10,0 млн. рублей.

**Наиболее крупные проекты и важнейшие научно-технические достижения подразделения, выполнявшиеся в 2018 г. (более 5 млн. руб.)**

– Договор с СУАЛ-ПМ «Исследования влияния содержания оксида алюминия в алюминиевом порошке на прочностные свойства деталей, полученных методом PBF аддитивных технологий».

**Подготовка специалистов высшей квалификации**

1. Игнатов Андрей Сергеевич «Исследование и разработка способа получения гибких магнитных материалов на основе системы Nd-Fe-B» по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов». Дисс. к.т.н.

2. Наливайко Антон Юрьевич «Получение оксида алюминия высокой чистоты электрохимическим методом в водных растворах солей аммония» по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов». Дисс. к.т.н.

3. Хохлова Оксана Викторовна «Повышение эффективности щелочно-кислотного способа комплексного выщелачивания эвдиалитового концентрата» по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов». Дисс. к.т.н.

**Основные публикации (перечислить наиболее значимые)**

1. The influence of nanoxide additives on the characteristics of thermal decomposition of ammonium nitrate Larionov K., Mishakov I., Gromov A., et al. (2018)

2. Ti-B-based composite materials: Properties, basic fabrication methods, and fields of application (review) Konstantinov A., Bazhin P., Stolin A., et al. (2018)

3. Processing of Udokan copper sulphide concentrate by low-temperature roasting with sodium chloride Aleksandrov P., Medvedev A., Imideev V., et al. (2018)

4. Electrochemical production of aluminum hydroxide, including the removal of iron from aluminum chloride Lysenko A., Kondrateva E., Shilovskiy S. (2018)

5. Combined methods for the production of aluminum alloys Lysenko A., Shilovskiy S., Kondrateva E. (2018)

6. Thermodynamic estimation of the probability of chemical reactions during alkaline decomposition of eudialyte concentrate Bogatyreva E., Khokhlova O., Muraveva E., et al. (2018)

7. Partial oxidation of aluminum powder for obtaining a controlled amount of aluminum oxide on the surface of aluminum Ambaryan G., Valyano G., Zhuk A., et al. (2018)

8. Kinetics of Aluminum Micron Powder Oxidation in Hot Distilled Water and Product Microstructure Investigation Grigorenko A., Ambaryan G., Valyano G., et al. (2018)

9. Burning Characteristics of the HMX/CL-20/AP/Polyvinyltetrazole Binder/Al Solid Propellants Loaded with Nanometals Sergienko A., Popenko E., Slyusarsky K., et al. (2018)

10. Continuous control of a resistance in Co-rich amorphous ferromagnetic microwires during DC Joule heating Popova A., Odintsov V., Menshov S., et al. (2018)

11. Properties of polycrystalline nanoparticles with uniaxial and cubic types of magnetic anisotropy of individual grains Bautin V, Seferyan A, Usov N (2018)

12. Magnetic vortices as efficient nano heaters in magnetic nanoparticle hyperthermia Usov N., Nesmeyanov M., Tarasov V. (2018)

13. The influence of gallium and copper on the corrosion properties of magnetically hard materials of the Nd - Fe - B System Gorelikov E., Tarasov V., Kutepov A., et al. (2018)

**Основные научно-технические показатели**

– количество публикаций: статей – 44, в том числе: в российских научных журналах из списка ВАК – 14, в научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science / Scopus – 30;

– количество объектов интеллектуальной собственности – 5;

– количество выставок, на которых были представлены экспонаты или стенды научных разработок с участием сотрудников кафедры – 7;

- количество конференций в которых участвовали сотрудники кафедры – 10;
- количество защищенных докторских/кандидатских диссертаций – 3;

**Контакты**

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

Тел.: +7 (903) 726-3943

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

**Чукина Евгения Валерьевна** – ученый секретарь

Тел.: +7 (916) 680-9796

Е-mail: [chukina\\_e@mail.ru](mailto:chukina_e@mail.ru)

## КАФЕДРА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Торохов Геннадий Валерьевич**  
Заведующего кафедрой,  
кандидат технических наук, доцент



### Общая информация о кафедре:

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

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

### Основные научные направления деятельности кафедры

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

### Кадровый потенциал

Кадровый состав ППС- 26 человек (11,1 штатных единиц): 5 профессоров; 14 доцентов, 2 старших преподавателя; 5 ассистентов.

Учебно-вспомогательный персонал – 15 человек (9,5 штатных единиц)

На кафедре в настоящее время проходят обучение 18 очных аспирантов.

### Общий объем финансирования научно-исследовательских работ:

В 2018 году общий объем финансирования научно-исследовательских работ кафедры составил 1 045 000,00 рублей.

### Наиболее крупные проекты, выполненные в 2018 г.

«Разработка и внедрение математической модели прогнозирования содержания кремния в чугуна»

Срок выполнения темы: 01/02/2018 – 01/02/2019

Руководитель: Торохов Г.В.

### Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2018 г.

Планируется продолжение совместных с АО «АСАП Консалтинг» научно-научно-исследовательских работ, выполняемых для ОАО «ММК» по созданию систем прогнозирования пока-

зателей доменной плавки. На основе опыта проведения НИР для ОАО «ММК» кафедра планирует расширить область применения технологий «Big-Data». Осуществляется предварительная работа по подготовке проекта «Прогнозирование вероятности получения некондиционной продукции в прокатных цехах АО «ПНТЗ» в режиме реального времени на основе анализа данных непрерывной разбивки МНЛЗ-1».

### Участие в конференциях

1. Научно-практическая конференции с международным участием и элементами школы молодых ученых «Перспективы развития металлургии и машиностроения с использованием завершенных фундаментальных исследований и НИОКР: ФЕРРОСПЛАВЫ». Екатеринбург

2. Международная научно-практическая конференция, посвященная 25-летию РГП «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан» и 60-летию Химико-металлургического института им.Ж. Абишева. Министерство по инвестициям и развитию Республики Казахстан, Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан, Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева.

В ноябре прошлого года делегация преподавателей кафедры по приглашению компании ООО «Линь Синь Хай» (Linyi Xin Hai Innovative Materials Limited Company) посетила Китай (сталелитейный завод в городе Цзюйнань (провинция Шаньдун). В сентябре 2018 года в НИТУ МИСиС состоялись двусторонние переговоры о сотрудничестве с участием Генерального директора ООО «Шаньдунские Синьхайские технологии», Заместителя Генерального директора ООО «Шаньдунские Синьхайские технологии» и Генеральный директор ООО «АЙТИЭЙ» с китайской стороны и представителей НИТУ МИСиС: академик РАН, профессор кафедры ЭРПТ Леонтьев Л.И., проф. Прибытков И.А., проф. Сборщиков Г.С. и др.

В результате проведенных переговоров достигнуто соглашение о подписании Договора о сотрудничестве (контракта) в рамках подготовки предложений по комплексной переработке шлака предприятия ООО «Линь Синь Хай» с учетом максимально возможного извлечения попутных потенциально ценных элементов (в первую очередь железа), рационального использования тепловой энергии, полученной в результате работы.



### Основные публикации

1. Khomutov, M.G., Travyanov, A.Y., Petrovskii, P.V., Cheverikin, V.V., Dubin, A.I. Comparison of Fatigue Properties for Alloy EP708 Specimens Prepared by Selective Laser Melting and Hot Rolling (2018) Metallurgist, 62 (3-4), pp. 283-288.

2. Ivanov, D.O., Travyanov, A.Y., Petrovskii, P.V., Logachev, I.A., Cheverikin, V.V., Alekseeva, E.V. Study of the Possibility of Preparing Nickel Alloy Polymetallic Material of Different Compositions by Direct Laser Deposition (2018) Metallurgist, 61 (11-12), pp. 988-993.

3. Khomutov, M.G., Travyanov, A., Petrovskiy, P.V., Cheverikin, V.V. Structure and properties of the alloy EP708 (708), obtained during layer-by-layer laser smelting (2018) Tsvetnye Metally, (4), pp. 49-55. Цитирован(ы) 1 раз.

**Основные научно-технические показатели**

Число цитирований по WOS статей, опубликованных за последние 5 полных календарных лет - 32

Количество статей в Web of Science и Scopus с исключением дублирования - 5

Суммарный импакт-фактор в журналах Web of Science – 1.28

**Контакты**

**Торохов Геннадий Валерьевич** – заведующего кафедрой, канд. техн. наук, доцент

**Тел./Факс:** +7 (495) 955-00-94

**E-mail:** gvtorohov@gmail.com

**Полулях Лариса Алексеевна** – зам. зав. кафедрой по науке, канд. техн. наук, доцент

**Тел.:** +7 (495) 638-46-71

**E-mail:** larisa\_m@misis.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 ведет подготовку профессиональных кадров по следующим направлениям:

*Бакалавриат (4 года обучения):*

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 специальностям:

05.23.01 Охрана труда (в металлургии)

05.23.03 Пожарная и промышленная безопасность (в металлургии)

### **Кафедра читает следующие дисциплины:**

Безопасность жизнедеятельности.

Вопросы безопасности в проектах.

Государственная и национальная политика в области производственной и экологической безопасности.

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.

Международное право и сотрудничество в сфере безопасности.

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:

4 профессора,

12 доцентов,

6 ассистентов.

Из них: три доктора наук, двенадцать 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 2018 году**

Одной из самых важных работ в 2018 году, в рамках договора с Группой компаний «МЕТАЛЛОИНВЕСТ», является 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. Filin A.E., Zinovieva O.M., Kolesnikova L.A., Merkulova A.M Environmental risks associated with urban infrastructure facilities underground accommodation. Eurasian Mining. 2018. № 1. С. 31-34.

2. Потоцкий Е.П., Фирсова В.М., Сахарова Е.А. Учет сочетанного действия комплекса вредных факторов и анализ влияния производственного фактора химической природы на уровень профессионального риска. Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2018. Т. 61. № 1. С. 35-39.

3. Колесникова Л.А. Environmental risks associated with urban infrastructure facilities underground accommodation. Ugol' 2018, Issue 3.

ВАК

1. Филин А.Э., Клыков Ю.Г., Сорочер Л.В., Вернигор В.В. Пульсирующая вентиляция и металлургическое производство: перспектива применения. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2018. № S12. С. 43-47.

2. Филин А.Э., Дзеранов К.Б., Мешков Е.И., Вернигор В.В. Об унификации методов и средств обеспечения безопасности труда, применяемых в горной и металлургической отрасли. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2018. № S12. С. 38-42.

3. Колесникова Л.А. Экологические риски при создании объектов городской инфраструктуры в подземном пространстве. Уголь, 2018, №3(1104).

4. Зиновьева О.М., Золкина А.В., Ломоносова Н.В., Меркулова А.М., Смирнова Н.А. Вопросы интеграции онлайн-курсов в систему высшего образования (на примере дисциплины «Безопасность жизнедеятельности»). Безопасность жизнедеятельности. 2018. № 1 (205). С. 57-64.

5. Скопинцева О.В. Сравнение состава углеводородных газов угольных пластов и сжиженных нефтяных газов. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2018. № S32. С. 40-45.

#### **Учебные пособия**

1. Смирнова Н.А., Меркулова А.М., Зиновьева О.М., Колесникова Л.А. Экономика в сфере безопасности. Экономические методы определения эффективности использования природных ресурсов. Москва, НИТУ МИСиС, 2018, 74 с.

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

Всероссийская Неделя охраны труда 2018 г.; Всероссийская конференция «Техносферная безопасность, как комплексная научная и образовательная проблема.»; Конференция ED Crunch 2019 Цифровое обучение (Москва, 1-2 октября 2018 г.); IX Международная научно-практическая конференция «Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии в промышленности. Печные агрегаты. Экология» (Москва, 12-14 декабря 2018 г.); XXVI Международный научный симпозиум НЕДЕЛЯ ГОРНЯКА – 2018; Московская международная выставка «Образование и карьера» 24-25 ноября 2018 г. и другие.

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

Количество публикаций: статей 8, из них 3 - в российский научных журналах из списка WoS/Scopus, 5 – в российский научных журналах из списка ВАК.

Количество конференций и семинаров, в которых участвовали сотрудники кафедры более 5.

#### **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 3281

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

## 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.

(т.н. псевдо-высокоэнтропийные сплавы), обладающих высоким уровнем технологических и механических свойств.

### Кадровый потенциал подразделения

В лаборатории работают:

- 1 профессор,
- 2 научных сотрудника,
- 3 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 завершён проект K2-2017-002 «Функциональные и конструкционные материалы с аморфной и нанокристаллической структурой» под руководством ведущего ученого – профессора университета Джосай (Токио, Япония) Акихисы Иноуэ. с объёмом финансирования в 2018 году 4 млн. рублей.

### Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2018 г.

1. Разработаны новые магнитомягкие материалы следующих составов  $Fe_{84}B_{13}Si_2Cu_1$ ,  $Fe_{82}B_{10}P_4Si_2Mo_2$ . Сплав  $Fe_{82}B_{10}P_4Si_2Mo_2$  при температуре отжига  $T_{x1}-50$  обладает коэрцитивной силой 1,63 А/м, намагниченностью насыщения 1,49 Тл, удельным электрическим сопротивлением 1,8 мкОм·м. Докристаллизационная термическая обработка всех сплавов приводит к увеличению намагниченности насыщения и к снижению удельного электросопротивления и коэрцитивной силы вследствие прохождения релаксационных процессов.

### Основные публикации

1. A. Inoue, F.L. Kong, Y. Han, S.L. Zhu, A. Churyumov, E. Shalaan, Al-Marzouki. Development and application of Fe-based soft magnetic bulk metallic glassy inductors // Journal of Alloys and Compounds 2018 V.731, pp. 1303-1309.

2. F. Wang, A. Inoue, F.L. Kong, Y. Han, S.L. Zhu, E. Shalaan, F. Al-Marouki Formation, thermal stability and mechanical properties of high entropy (Fe,Co,Ni,Cr,Mo)-B amorphous alloys // Journal of Alloys and Compounds 2018 V. 732 Pp. 637-645

3. M.M. Li, A. Inoue, Y. Han, F.L. Kong, S.L. Zhu, E. Shalaan, F. Al-Marzouki Influence of Ag replacement on supercooled liquid region and icosahedral phase precipitation of Zr65Al17.5Ni10Cu17.5-xAgx (x = 0–17.5 at%) glassy alloys // Journal of Alloys and Compounds 2018 V. 735, Pp. 1712-1721

4. H.W. Bi, A. Inoue, F.F. Han, Y. Han, F.L. Kong, S.L. Zhu, E. Shalaan, F. Al-Marzouki, A.L. Greer Novel deformation-induced polymorphic crystallization and softening of Al-based amorphous alloys // Acta Materialia 2018 V. 147 Pp. 90-99

5. X.H. Wang, A. Inoue, J.F. Zhao, F.L. Kong, S.L. Zhu, I. Kaban, M. Stoica, S. Oswald, C. Fan, E. Shalaan, F. Al-Marzouki, J. Eckert, F.X. Yin, Q. Li Liquid ejection temperature dependence of structure and glass transition behavior for rapidly solidified Zr-Al-M ( $M=$ Ni, Cu or Co) ternary glassy alloys // Journal of Alloys and Compounds 2018 V. 739 Pp. 1104 - 1114

6. L. Zuo, R. Li, Y. Cheng, M. Meng, T. Zhang, A. Inoue Influence of laser surface melting treatment on the surface composition and mechanical properties of a Zr<sub>65</sub>Al<sub>7.5</sub>Ni<sub>10</sub>Cu<sub>12.5</sub>Ag<sub>5</sub> bulk metallic glass // Journal of Non-Crystalline Solids 2018 V. 488 Pp. 63–68

7. C. Dong, A. Inoue, X.H. Wang, F.L. Kong, E.N. Zanaeva, F. Wang, A.I. Bazlov, S.L. Zhu, Q. Li Soft magnetic properties of Fe<sub>82-83</sub>B<sub>14-15</sub>Si<sub>2</sub>C<sub>0.5-1</sub> amorphous alloys with high saturation magnetization above 1.7 T // Journal of Non-Crystalline Solids 2018 V. 488 Pp. 63–68

**Основные научно-технические показатели:**

- количество статей в Web of Science и Scopus с исключением дублирования – 7;
- количество заявок на патент - 1;
- количество устных выступлений на международных конференциях – 4.

**Контакты**

**Акихиса Иноуэ** – заведующий лабораторией

**Тел.:** (499) 236-31-29

**E-mail:** inoue@jju.ac.jp, solonin@misis.ru

## НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ТЕРМОХИМИЯ МАТЕРИАЛОВ»

**Хван Александра Вячеславовна**

Директор центра, кандидат технических наук



### Краткая справка 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;

- 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 2018 г. являются

1. Грант НИТУ «МИСиС» на тему «Разработка термодинамических и кинетических моделей для прогнозирования поведения неорганических материалов» (грант № К2-2018-010).
2. Грант РФФИ «Экспериментальное исследование фазовых превращений и свойств сплавов систем Fe-PZM-PM с целью поиска перспективных составов для создания постоянных магнитов», № 18-73-10219.

### Кадровый потенциал подразделения

Коллектив НИЦ «Термохимия материалов» имеет на постоянной основе в своем составе 4 кандидатов наук, 4 аспирантов, 2 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 2014-2018 г.г. составил более 42 млн.руб.

### Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2018 г.

В 2018-2019 г.г. были успешно завершены работы по проекту «Разработка термодинамических и кинетических моделей для прогнозирования поведения неорганических материалов». В результате выполнения проекта было получено описание термодинамических данных для модификаций олова 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. Для уточнения значения стандартной энтропии при 298,15 К, теплоемкости  $\alpha$ -кварца,  $\alpha$ -кристобалита и аморфного диоксида кремния были описаны при помощи модели Планка-Эйнштейна. Изучены фазовые равновесия в системе Ce-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.

– В центре успешно проводится подготовка специалистов высшей квалификации. В 2018 г. была успешно защищена выпускная квалификационная работа по теме: «Моделирование вязкости высокотемпературных силикатных расплавов» под руководством PhD Кондратьева А.В.

– На базе центра прошли повышение квалификации 20 сотрудников предприятий, а также проведена летняя школа с 28 иностранными участниками.

**Основные научно-технические показатели**

Научная работа сотрудников центра отражена в: 32 публикациях в высокорейтинговых журналах WOS, Scopus; 8 главах в монографиях и справочниках; 2 международных патентах, более чем 35 докладах на международных конференциях.

**Основные результаты исследований отражены в публикациях за 2018-2019**

1. “New insights into solidification and phase equilibria in the Al-Al<sub>3</sub>Zr system: Theoretical and experimental investigations”, Khvan A.V., Eskin D.G., Starodub K.F., Dinsdale A.T., Wang F., Fang C., Cheverikin, V.V., Gorshenkov M.V., Journal of Alloys and Compounds, Volume 743, pp. 626-638, 2018

2. “A thermodynamic description of data for pure Pb from 0 K using the expanded Einstein model for the solid and the two state model for the liquid phase”, Khvan A.V., Dinsdale A.T., Uspenskaya I.A., Zhilin M, Babkina T., Phiri A.M., Calphad: Computer Coupling of Phase Diagrams and Thermochemistry, Volume 60, pp. 144-155, 2018

3. “Investigation of phase equilibria in the Ce-Co-Fe system during solidification”, Fartushna I., Mardani M., Khvan A., Donkor E., Cheverikin, V., Kondratiev A., Dinsdale A., Journal of Alloys and Compounds, Volume 735, pp. 1682-1693, 2018

4. “Experimental investigation of solidification and isothermal sections at 1000 and 1100 °C in the Al-Fe-Mn-C system with special attention to the kappa-phase”, Fartushna I., Bajenova I., Khvan A., Cheverikin V., Ivanov D., Shilundeni S., Alpatov A., Sachin K., Hallstedt B., Journal of Alloys and Compounds, Volume 735, pp. 1211-1218, 2018

5. “Phase equilibria in the Fe-Ce-C system at 1100 °C”, Mardani M., Fartushna I., Khvan A., Cheverikin V., Ivanov D., Kondratiev, A., Dinsdale, A., Journal of Alloys and Compounds, Volume 730, pp. 352-359, 2018

6. “Phase equilibria in the Ce-Co-Fe-system at 900 °C”, Fartushna I., Mardani M., Khvan A., Cheverikin V.V., Kondratiev A., Dinsdale A. Journal of Alloys and Compounds, 765, pp. 644-649, 2018

7. “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

8. “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

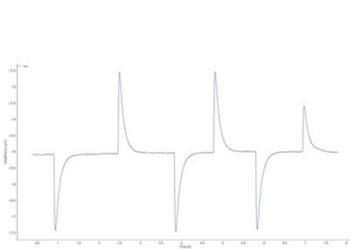
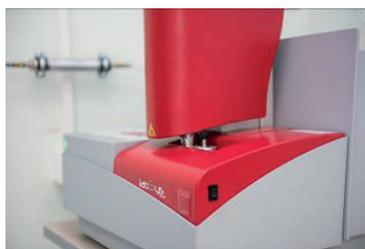
9. Thermodynamic properties of tin: Part I Experimental investigation, ab-initio modelling of  $\alpha$ -,  $\beta$ -phase and a thermodynamic description for pure metal in solid and liquid state from 0 K, Khvan A.V., Babkina T., Dinsdale A.T., Uspenskaya I.A., Fartushna I.V., Druzhinina A.I., Syzdykova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

10. 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

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

**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;
- оптимизации состава сплавов;
- микроструктурному анализу материалов;
- контролю качества и технологии получения продукции.

**Контакты**

**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](http://www.tmsrc.misis.ru)

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

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

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



В Центре Ромелт развивается и совершенствуется технология выплавки чугуна в барботируемой жидкой шлаковой ванне с применением углей различных марок из различных железосодержащих материалов: малоиспользуемых и забалансовых руд, промышленных отходов горно-обогатительных и металлургических предприятий и машиностроительных заводов. В Центре Ромелт проводятся теоретические и экспериментальные исследования процессов жидкофазного восстановления, поведение элементов в различных окислительно-восстановительных условиях, изучаются газо- и гидродинамические условия барботажных технологий, диффузионные и энергетические процессы в печи Ромелт и в сопутствующих устройствах. Центр Ромелт оказывает консультационные услуги по вопросам, связанным с использованием металлургических технологий по

получению чугуна применительно к переработке различных материалов. Центр осуществляет технологические и технико-экономические расчеты процесса Ромелт для различных организаций, как в России, так и за рубежом, а также маркетинговые мероприятия по коммерциализации процесса. В Центре Ромелт проводится обучение специалистов заводов основам технологии и ее практическому использованию, формированию компетенций, необходимых для работы на установках Ромелт.

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

1. Выявление теоретических закономерностей поведения элементов при жидкофазном восстановлении с применением термодинамического и гидродинамического моделирования.
2. Разработка алгоритмов и методов расчетов технико-экономических характеристик процесса 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 - 3

Из них:

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

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

В 2018 г. в Центре Ромелт выполнялась научно-исследовательская работа по хозяйственному договору на Технологическое обеспечение контракта на поставку оборудования для завода по производству чугуна по технологии Ромелт в Союзе Мьянма – 8,1 млн руб. (АО «ВО «Тяж-промэкспорт»).

### **Важнейшие научно-технические достижения Центра Ромелт в 2018 г.**

Сформирована концепция технологии дуплекс-процесса Ромелт применительно к переработке высококислородного железосодержащего сырья. На основе выполненных научных исследова-

дований был уточнен механизм жидкофазного восстановления оксидов трехвалентного железа из шлакового расплава. В отличие от существовавших ранее представлений о полной диссоциации гематита в шлаковом расплаве, установлено, что доля образующегося двухвалентного железа значительно меньше, чем при разложении гематита до магнетита. Поэтому при переработке процессом Ромелт руд, содержащих преимущественно  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (бурые железняки, лимонит и др.), в шлаках будут преобладать оксиды трехвалентного железа. В то же время жидкофазное восстановление железа до металла из такого шлака протекает значительно медленнее, что связано со стадийностью восстановления  $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^0$ . Соответственно, образование металла возможно только после практически полного перехода ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) в ( $\text{FeO}$ ). Это не исключает получения жидкого чугуна локально в шлаковой ванне, что наблюдалось в реальных условиях на пилотной печи Ромелт, но снижает общую производительность.

Предлагаемая модификация технологии Ромелт в дуплекс-процесс, разделяющий восстановление на первичное (до  $\text{FeO}$ ) и вторичное (до металлического железа) в двух независимых барботируемых шлаковых ваннах с передачей жидкого шлака из первой во вторую, позволяет создать оптимальные условия в каждой из них. Образование двухвалентного оксида железа протекает уже при минимальном содержании оксида углерода в газовой фазе, что позволяет осуществить практически полное окисление углерода угля в первой шлаковой ванне. Во второй поддерживаются условия, характерные для классического процесса Ромелт. Такой вариант технологии, несмотря на некоторое увеличение капитальных вложений, позволяет не только значительно увеличить производительность переработки высококислотного железорудного материала, но и уменьшить потери железа с конечным шлаком, доведя эту величину до минимальных значений.

Развиты представления об использовании природного газа в технологии Ромелт для частичной замены угля. Проведены расчеты материального и теплового балансов процессов в печи Ромелт с добавлением природного газа в дутьё нижних фурм вплоть до полной замены угля «холостого хода» природным газом. В этих условиях установлена зависимость расхода угля от качества и содержания фиксированного углерода в угле. При постоянном тепловом потоке от дожига газов в шлаковую ванну, увеличение расхода природного газа сопровождается уменьшением расхода угля, однако экономия угля не зависит от его вида и пропорциональна только расходу природного газа. Увеличение расхода природного газа сопровождается также уменьшением расхода кислорода на нижние фурмы и увеличением – на верхние фурмы. Экономия кислорода на процесс Ромелт максимальна для угля с низким содержанием фиксированного углерода. Она уменьшается по мере возрастания содержания фиксированного углерода и при содержании примерно 75% фиксированного углерода в угле экономия кислорода сменяется небольшим перерасходом.

Совместно с АО «ВО «Тяжпромэкспорт» проведена встреча в посольстве Республики Куба по вопросам применения технологии Ромелт для переработки железо-никельсодержащих техногенных отходов завода Nicaro Nickel Plant. На основе имеющейся информации о составах отходов проведены предварительные технологические расчеты, выявлена перспективность использования технологии и определены дальнейшие направления деятельности.

Проведено техническое совещание с ООО «Керченская кадастровая компания» и ООО «Крымское геологоразведочное управление» по вопросу восстановления и комплексного освоения сырьевой базы и металлургического производства Керченского металлургического завода на рудах месторождений Керченского железорудного бассейна и техногенных отходах Камыш-Бурунского железорудного комбината с использованием технологии Ромелт и других разработок НИТУ «МИСиС» для включения в ФЦП «Социальное развитие Республики Крым и города Севастополя до 2022 года». Рассмотрена концепция возрождения в г. Керчь Камыш-Бурунского железорудного комбината, что позволит решить экологические проблемы территории бывшего ГОКа и создать дополнительно 500-700 рабочих мест. Продукция потенциального завода по производству чугуна на базе технологии Ромелт будет использоваться вместо металлолома на Керченском металлургическом заводе и мини-заводах юга России.

Сотрудники Центра Ромелт приняли участие в технических переговорах в АО «Ленгипромез» (Санкт-Петербург) по вопросам проектирования комплекса Ромелт для ПАО «НЛМК» и завода по производству чугуна по технологии Ромелт из руд Бескемпирского месторождения (Республика Казахстан).

**Основные публикации**

1. Крылов И.О., Валавин В.С. Эффекты ультразвуковой обработки лежалых хвостов Камыш-Бурунского железорудного комбината (Республика Крым). Экология и промышленность России, 2018, т. 22. № 2, с. 13-19.

2. Yushina T.I., Krylov I.O., Valavin V.S., Toan V.V. Old iron-bearing waste treatment technology. Eurasian Mining, 2018, Vol. 29, Issue 1, pp. 16-21.

3. Romenets V.A., Valavin V.S., Pokhvisnev Yu.V., Makeev S.A., Zaytsev A.K., Simakova N.V., Fedorova A.A. Method of Pig Iron Production using Romelt Liquid Phase Reduction Process. Международная заявка, WO 2017/116275 A1, 06.07.2017.

4. Валавин В.С., Похвиснев Ю.В. В.А. Роменец и его мечта – завод Ромелт. Экономика в промышленности, 2018, № 2, с. 128-133.

5. Похвиснев Ю.В., Валавин В.С., Makeev S.A. Влияние состава руды и угля на производительность печи Ромелт. Metallurg, № 11, 2018, с. 14-19.

**Подготовка специалистов высшей квалификации**

Сотрудником Центра Ромелт ведущим экспертом С.А. Макеевым защищена диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Физико-химические особенности жидкофазного восстановления оксидов железа углеродсодержащими материалами».

**Основные научно-технические показатели**

- количество публикаций – 4;
- количество заявок на изобретение – 1;
- кандидатских диссертаций – 1.

**Контакты**

**Валавин Валерий Сергеевич** – директор Центра Ромелт

**Тел./факс:** 8(495)955-00-19

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

## НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ» (НОЦ «ИМТ»)

**Подгородецкий Геннадий Станиславович**  
Директор центра, кандидат технических наук



### Общая информация о центре

Научно-образовательный центр «Инновационные металлургические технологии» (НОЦ «ИМТ») образован в 2011 году с целью создания крупного лабораторного металлургического кластера для решения научных и образовательных задач в области металлургии и промышленной экологии. НОЦ «ИМТ» интегрировал в себя оборудование и персонал межкафедральных лабораторий «Металлургия черных металлов», «Аналитического контроля» и «Теплотехнические измерения в металлургии», созданных в рамках инновационной образовательной программы «Качество. Знания. Компетентность» (2006 г.). Специалистами НОЦ «ИМТ» разработана серия барботажных технологий ПМ («Процесс МИСиС»). Эти технологии предназначены для эффективной переработки широкого спектра природных и техногенных материалов, включая промышленные и бытовые отходы, а также для газификации широкого спектра

углей, в том числе отходов углеобогащения и т.д. В 2017 году совместно с ООО «ПК Вторалюминпродукт», ООО «ПК МЕТПРОМ», ООО «Энерготерм Система» выполнены проектные работы и монтаж пилотной установки ПМ 1 в г. Мценске, Орловской области. В сентябре 2017 года и в декабре 2018 года выполнены опытные плавки. Полученные результаты используются для разработки технологического задания на проектирование промышленной установки.

### Деятельность центра

Основными научными задачами НОЦ «ИМТ» являются:

- развитие теоретических основ технологии твердофазных процессов спекания, окисления и восстановления оксидных систем;
- развитие теоретических основ технологии высокотемпературного жидкофазного восстановления и разделения комплексных руд по элементам;
- создание новых (альтернативных существующим) металлургических технологий, позволяющих эффективно перерабатывать комплексные и бедные руды с извлечением всех полезных компонентов;
- создание новых технологий газогенерации из возобновляемых природных углеводородных ресурсов;
- разработка безотходных технологий утилизации техногенных и бытовых отходов;
- разработка, исследование и внедрение средств контроля температуры и состава в промышленную практику металлургии и машиностроения.

НОЦ «ИМТ» обеспечивает возможность проведения термического и химического анализа неорганических материалов, калибровки средств измерения температуры, возможность проведения пробных плавки железосодержащих материалов на пилотной установке жидкофазной печи барботажного типа.

### Сотрудники:

Подгородецкий Геннадий Станиславович, директор центра, +7 (495) 955-00-22, podgs@misis.ru

Горбунов Владислав Борисович, заместитель директора, +7(916) 596-91-17, vbg1953@mail.ru



Теселкина Анна Эдуардовна, ведущий эксперт, +7 (915) 407-74-10, ateselkina@mail.ru

Мальшева Татьяна Яковлевовна, ведущий эксперт, +7 (916) 930-18-34

Агапов Егор Александрович, инженер 1 категории, +7 (495) 955-01-87, agapovea91@yandex.ru

Ерохов Тимофей Витальевич, инженер 1 категории, +7 (909) 951-63-99, timofeyerokhov@gmail.com

Козлова Ольга Николаевна, инженер 1 категории, o\_kozlova1@mail.ru

Писарев Сергей Александрович, инженер 1 категории, +7 (909) 264-48-49, mitrofam38rul@mail.ru

#### **Оборудование:**

Атомно-эмиссионный спектрометр с индуктивно-связанной плазмой iCAP 6300 Radial View. Компьютеризированный атомно-эмиссионный спектрометр позволяет одновременно определять более 70 элементов (преимущественно металлов) из растворов различных объектов.

Автоматический анализатор серы и углерода фирмы Leco CS-230 IH. Анализатор серы и углерода CS-230IH предназначен для экспресс-анализа содержания углерода и серы. Спектрофотометр Cary 50

Рентгеновский спектрометр S8 Tiger

Установка Мессбауэровский спектрометр MS-1104Em 57Fe

Синхронный термический анализ STA 499 C Jupiter

Высокоскоростной анализатор площади поверхности и размеров пор Nova 1200e

Вискозиметр Haake VT550 (Viscotester 550)

Сепаратор магнитный ЭВС 10/5

Универсальный двухзонный реактор для производства жидкого металла ПМ1

#### **Достижения и перспективы**

Реактор для переработки отходов металлургических компаний запущен в России. <https://www.ntv.ru/novosti/2124860>

Ученые запустили первую в России печь для безотходной переработки промышленного мусора. Это устройство не имеет аналогов в мире. <https://tass.ru/nauka/5935250>

В России запущена первая в мире металлургическая печь по переработке техногенных отходов. <http://misis.ru/university/news/science/2018-12/5885/>

В России запущена первая в мире металлургическая печь по переработке техногенных отходов. <http://nauka-it.ru/index.php/skolkovo-cyberday-2018/4238>

«Тулачермет» и «МИСиС» возобновляют сотрудничество» на портале «Новотульский металлург». [http://www.tulachermet.ru/pls/public/tulamet.readstat\\_outside?ids=7017](http://www.tulachermet.ru/pls/public/tulamet.readstat_outside?ids=7017)

«Печь из Сколково» на портале «Новотульский металлург». [http://www.tulachermet.ru/pls/public/tulamet.readstat\\_outside?ids=7377](http://www.tulachermet.ru/pls/public/tulamet.readstat_outside?ids=7377)



**Публикации:**

1. «Стойкость огнеупоров в системе  $Al_2O_3-Cr_2O_3$  в условиях жидкофазного восстановления железосодержащих техногенных отходов». Г.С. Подгородецкий, Л.М. Аксельрод, Е.А. Агапов, Т.В. Ерохов, В.Б. Горбунов, К.А. Санкин. Новые огнеупоры № 5 (2018), с. 3-9.
2. «Проблемы и перспективы утилизации золошлаковых отходов ТЭЦ. Часть 1». Подгородецкий Г.С., Горбунов В.Б., Агапов Е.А., Ерохов Т.В., Козлова О.Н. Известия Высших Учебных Заведений. Черная металлургия. 2018;61(6), с. 439-446.
3. «Проблемы и перспективы утилизации золошлаковых отходов ТЭЦ. Часть 2». Подгородецкий Г.С., Горбунов В.Б., Агапов Е.А., Ерохов Т.В., Козлова О.Н. Известия Высших Учебных Заведений. Черная металлургия. 2018;61(7), с. 557-563.
4. «Экспериментальные исследования магниезиальных агломератов с использованием флюса на основе силиката магния». Овчинникова Е.В., Горбунов В.Б., Шаповалов А.Н., Майстренко Н.А., Берсенев И.С. Сталь. 2018. № 1, с. 2-5.

**Контакты**

**Подгородецкий Геннадий Станиславович** - директор центра, канд. техн. наук

**Тел.:** (495) 955-00-22

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

# 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** на конец 2018 года входили 8 выпускающих кафедр, 5 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»;
- 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»;
- 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»;
- 28.04.01 «Нанотехнология и микросистемная техника» (на английском языке);
- 28.04.03 «Наноматериалы».

**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 2018 г. в научных изданиях, вошедших в базы цитирования Web of Science и Scopus, сотрудниками кафедр института опубликовано около 600 статей.

Наибольшей публикационной активностью отличились кафедры Функциональных наносистем и высокотемпературных материалов (более 130 публикаций) и полупроводниковой

электроники и физики полупроводников (более 80 публикаций). Самая цитируемая публикация за последние пять лет - статья 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. Наибольшее число цитирований за пять лет набрали статьи сотрудников кафедры физической химии.

Общий объем финансирования госбюджетных и хоздоговорных НИР, проводимых подразделениями института в 2018 г. составил около 400 млн. руб., из них около 15 % по заказу хозяйствующих субъектов; примерно 40 % в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014—2020 гг.»; 15 % в рамках Госзадания на науку; 20 % гранты РНФ и РФФИ; 10 % в рамках научных проектов программы повышения конкурентоспособности 5-100.

Среди структурных подразделений ИНМиН лидером по объему финансирования является кафедра Функциональных наносистем и высокотемпературных материалов, выполнившая в 2018 г. научных исследований на сумму более 120 млн. руб.

Научные разработки сотрудников ИНМиН были награждены золотыми медалями на многих международных выставках, таких как IENA-2018, Нюрнберг (Германия), Seoul International Invention Fair 2018, Сеул, Корея и др.

В 2018 году сотрудниками и аспирантами ИНМиН защищены 14 кандидатских и 6 докторских диссертаций.

#### **Контакты**

**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



Кафедра проводит научно-исследовательскую работу по широкому кругу вопросов в области материаловедения полупроводниковых, диэлектрических и наноматериалов.

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

Материаловедение объемных материалов и тонкопленочных структур.

- Структура, дефектообразование и их влияние на свойства массивных и тонкопленочных материалов.
- Нанотехнологии и наноматериалы.
- Мультиферроики.
- Графеновые материалы и композиты на их основе.
- Доменообразование в 180°-ных сегнетоэлектриках.

– Композитные магнитоэлектрические композиты и приборы на их основе

### **Кадровый потенциал кафедры**

На кафедре работают: 6 профессоров; 15 доцентов; 2 старших преподавателя;

5 ассистентов; 10 научных сотрудников; 9 учебно-вспомогательный персонал.

Из них: 6 докторов наук, 20 кандидатов наук, 18 аспирантов.

### **Общий объем финансирования НИР**

Выполнено 4 научно-исследовательских работы, из них 4 – по заданию Минобрнауки России. Общий объем финансирования НИР составил 30,5 млн рублей.

### **Наиболее крупные проекты, выполненные в 2018 г.**

1. ФЦП 14.578.21.0187 «Разработка высокочувствительных сенсоров вибраций, колебаний и пульсаций».

2. РФФ Соглашение 18-79-10265 «Исследование композитных мультиферроиков на основе сегнетоэлектрических монокристаллов с целью создания высокочувствительных магнитных сенсоров, в том числе для медицинских приборов».

### **Важнейшие научно-технические достижения кафедры и наиболее крупные проекты, выполненные в 2018 г.**

#### **– Разработка высокочувствительных сенсоров вибраций, колебаний и пульсаций.**

Создан и испытан работающий прототип высокочувствительного датчика вибраций, содержащего чувствительный элемент на основе бидоменного кристалла ниобата лития. Уникальность разработанных датчиков заключается в использовании бессвинцового материала (в отличие от ЦТС-керамики, используемой сегодня производителями аналогов), соответствующего директиве RoHS Евросоюза. Применение бидоменных кристаллов ниобата лития позволило повысить чувствительность и температурную стабильность датчика. Испытания прототипа показали, что минимальное детектируемое ускорение на низких частотах составляет  $10^{-7}$  ускорения свободного падения на Земле ( $1 \text{ мкм/с}^2$ ), на частоте резонанса датчика этот показатель улучшается еще на три порядка.

#### **– Исследование композитных мультиферроиков на основе сегнетоэлектрических монокристаллов с целью создания высокочувствительных магнитных сенсоров, в том числе для медицинских приборов.**

Изготовлены и исследованы новые типы магнитоэлектрических композитов, содержащих в качестве одного слоя бидоменные кристаллы ниобата лития ( $\text{LiNbO}_3$ ), а в качестве другого – магнитострикционные аморфные металлы (металлические стёкла). Исследовано влияние кристаллографической анизотропии на характеристики таких материалов, получены данные об оптимальных срезах кристаллов для изготовления композитов с максимальным коэффи-

циентом преобразования магнитного сигнала в электрический. Предложена и подана заявка на патентование новой дифференциальной камертонной конструкции, способной эффективно снижать шумовые характеристики сенсоров сверхмалых магнитных полей на основе композитных мультиферроиков. Изготовлен лабораторный прототип сенсора, обладающий чувствительностью до 200 фТл на частотах магнитного поля 6.8 кГц.

**– Визуализация поляризационного состояния в пленках ниобата лития методами сканирующей зондовой микроскопии.**

Методами сканирующей зондовой микроскопии проведено сравнение микроструктуры, величины самополяризации и локальных петель пьезоэлектрического гистерезиса тонких пленок  $\text{LiNbO}_3$ , синтезированных на подложках Si с естественным слоем  $\text{SiO}_x$  и Pt, а также на подложках  $\text{Al}_2\text{O}_3$  с различными комбинациями буферных слоев ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ -ITO- $\text{SiO}_2$ , ITO- $\text{SiO}_2$ ) методом ВЧ-магнетронного распыления. Установлено, что меньшей шероховатостью поверхности, размером зерен и в то же время большей величиной самополяризации и эффективным пьезоэлектрическим коэффициентом обладают пленки  $\text{LiNbO}_3$ , нанесенные на подложку Si с подслоем Pt. Показано, что послеростовой ИК-импульсный световой отжиг аморфных пленок  $\text{LiNbO}_3$  в температурном диапазоне 600 - 900 °С приводит к образованию двух фаз:  $\text{LiNbO}_3$  и  $\text{LiNb}_3\text{O}_8$ . Установлено, что с ростом температуры светового отжига средний размер зерен и шероховатость тонкопленочных образцов  $\text{LiNbO}_3$  увеличиваются. Получены изображения латерального и вертикального пьезоотклика, характеризующие распределение поляризации в исследованных гетероструктурах на основе  $\text{LiNbO}_3$ . Показано, что процент несегнетоэлектрической фазы  $\text{LiNb}_3\text{O}_8$  минимален после отжига пленок ниобата лития при температурах от 700 до 800 °С.

**– Исследование направленной кристаллизации и структурных особенностей выращиваемых пластин твердых растворов на основе теллурида висмута.**

Впервые развиты математические модели термомеханики для новой модификации метода Бриджмена в виде процесса «кассетной» кристаллизации: модели не конвективного и конвективного теплопереноса для отдельной кассеты и тепловая радиационно-кондуктивная модель для всей геометрии теплового узла, опирающиеся на методические разработки на основе сопряжения методов конечных элементов и конечных разностей, а также на их программные реализации в комплексе CrystmoNet. Обнаружено сильное влияние темпов снижения мощности нагревателя на перемещение и форму фронта кристаллизации (ФК) в ростовом процессе. Показано, что при достаточно быстром снижении нагревательной мощности может происходить смена устойчивого вертикального градиента температуры в кассете на неустойчивый профиль. Это вызывает конвективное движение, сильно искривляющее форму ФК, что способствует возникновению дендритного роста. Разработанная тепловая радиационно-кондуктивная модель для всей геометрии теплового узла впервые позволяет провести параметрическую оптимизацию снижения нагревательной мощности во время ростового процесса и предложить способы улучшения конструкции и теплоизоляционных характеристик материалов теплового узла. Проведен полный контроль однородности состава по длине и сечению образцов по параметру решетки и структуры образцов по уширению дифракционных линий. Исследована ориентация плоскостей спайности относительно плоскости пластины и оси роста. Дана рентгеноструктурная оценка формы ФК.

**Основные научно-технические показатели**

– количество публикаций: статей – 59, в том числе: индексируемых в базе данных Web of Science – 51; из списка ВАК – 18;

– сотрудники кафедры приняли участие в 8 международных конференциях;

– количество объектов интеллектуальной собственности - 1 патент;

– патент «Радиоизотопный механо-электрический генератор» (авторы: Малинкович М.Д., Быков А.С., Жуков Р.Н., Кубасов И.В., Пархоменко Ю.Н., Киселев Д.А., Полисан А.А., Темиров А.А., Ксенич С.В.) получил золотую медаль на прошедшей в Сеуле (Южная Корея) 14-ой Международной ярмарке инноваций SIIF 2018 и приз Ассоциации изобретателей и инноваторов Малайзии;

– в 2018 г. защищены две диссертации на соискание звания кандидата физ.-мат. наук:

1. «Градиентно-пористые структуры кремния с графеноподобными слоями» (автор Гостева Е.А.) по специальности 01.04.10 — Физика полупроводников под руководством профессора, доктора физ.-мат. н. Пархоменко Ю.Н.

2. «Неоднородности в кристаллах лантан-галлиевого танталата и их влияние на оптические свойства» (автор Забелина Е.В.) по специальности 01.04.07 — Физика конденсированного состояния под руководством канд. физ.-мат. н. Козловой Н.С.

#### Основные публикации

1. A Novel Vibration Sensor Based on Bidomain Lithium Niobate Crystal / I.V. Kubasov, A.M. Kislyuk, M.D. Malinkovich, A.A. Temirov, S.V. Ksenich, D.A. Kiselev, A.S. Bykov, Y.N. Parkhomenko // *Acta Physica Polonica A.* – 2018 – V. 134. – N 1. – P. 106-108. <http://doi.org/10.12693/APhysPolA.134.106>.

2. Low-frequency magnetic sensing by magnetoelectric metglas/bidomain LiNbO<sub>3</sub> long bars / Turutin A.V., Vidal J.V., Kubasov I.V., Kislyuk A.M., Malinkovich M.D., Parkhomenko Yu.N., Kobeleva S.P., Kholkin A.L., Sobolev N.A. // *Journal of Physics D: Applied Physics.* – 2018 – V. 51. – N 21. – P. 214001-1-13. <http://dx.doi.org/10.1088/1361-6463/aabda4>.

3. Magnetoelectric metglas/bidomain  $y + 140^\circ$ -cut lithium niobate composite for sensing fT magnetic fields / Turutin A.V., Vidal J.V., Kubasov I.V., Kislyuk A.M., Malinkovich M.D., Parkhomenko Y.N., Kobeleva S.P., Pakhomov O.V., Kholkin A.L., Sobolev N.A. // *Applied Physics Letters* – 2018 – V. 112. – N 26. – P. 262906-1-5. <http://dx.doi.org/10.1063/1.5038014>.

4. Vibrational Power Harvester Based on Lithium Niobate Bidomain Plate / I.V. Kubasov, A.M. Kislyuk, M.D. Malinkovich, A.A. Temirov, S.V. Ksenich, D.A. Kiselev, A.S. Bykov, Y.N. Parkhomenko // *Acta Physica Polonica A.* – 2018 – V. 134. – N 1. – P. 90-92. <http://doi.org/10.12693/APhysPolA.134.90>.

5. Structure and transport properties of melt grown Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and CeO<sub>2</sub> doped ZrO<sub>2</sub> crystals / Agarkov D.A., Borik M.A., Bublik V.T., Bredikhin S.I., Chislov A.S., Kulebyakin A.V., Kuritsyna I.E., Lomonova E.E., Milovich F.O., Myzina V.A., Osiko V.V., Tabachkova N.Yu. // *Solid State Ionics.* – 2018 – V. 322. – P. 24-29. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssi.2018.04.024>.

6. An effect of the film texture on high-voltage polarization and local piezoelectric properties of the ferroelectric copolymer of vinylidene fluoride / Kochervinskii V.V., Kiselev D.A., Malinkovich M.D., Shmakova N.A. // *Colloid and Polymer Science.* – 2018 – V. 296. – N 6. – P. 1057-1070. <http://dx.doi.org/10.1007/s00396-018-4317-8>.

7. Formation of Charge Pumps in the Structure of Photoelectric Converters / Starkov V.V., Gusev V.A., Kulakovskaya N.O., Gosteva E.A., Parkhomenko Yu.N. // *Russian Micro-electronics.* – 2018 – V. 47. – N 8. – P. 608-612. <http://dx.doi.org/10.1134/S1063739718080115>.

8. Fabrication of current collector using a composite of polylactic acid and carbon nano-material for metal-free supercapacitors with graphene oxide separators and microwave exfoliated graphite oxide electrodes / Baskakov S.A., Baskakova Y.V., Lyskov N.V., Dremova N.N., Irzhak A.V., Kumar Y., Michtchenok A., Shulga Y.M. // *Electrochimica Acta.* – 2018 – V. 260. – P. 557-563. <http://dx.doi.org/10.1016/j.electacta.2017.12.102>.

9. Temperature Dependence of the Lattice Parameters of Cu<sub>2-x</sub>Se (0.03 ≤ x ≤ 0.23) Powders Fabricated by Mechanochemical Synthesis / Ivanov A.A., Tarasova I.V., Bublik V.T., Akchurin R.Kh., Shchetinin I.V., Tabachkova N.Yu., Pshenay-Severin D.A., Osvenskii V.B. // *Physics of the Solid State.* – 2018 – V. 60. – N 11. – P. 2295-2299. <http://dx.doi.org/10.1134/S1063783418110100>.

#### 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 разработки и исследования новых материалов и технологий их производства до создания интеллектуальных приборов и новейших методов исследования. Опытнейший коллектив ученых и современная исследовательская лабораторная база позволяют готовить высококлассных специалистов и выполнять исследования и разработки в области создания материалов и технологий на мировом уровне.

### Основные научные направления деятельности кафедры

1. Физика деформации и разрушения материалов;
2. Моделирование процессов деформации, разрушения и структурообразования в материалах, в т.ч. с использованием метода конечных элементов;
3. Структурные и металлургические факторы качества традиционных и перспективных материалов;
4. Создание и исследование широкого спектра сталей, сплавов, композиционных и гибридных материалов с заданным комплексом свойств и разработка технологии их получения, в т.ч. циркониевые и ванадиевые сплавы для атомной энергетики;
5. Информационные технологии управления качеством металлопродукции;
6. Объемные наноматериалы и методы их получения, в т.ч. стали, цветные сплавы (алюминиевые, магниевые, медные, циркониевые и др.) и гибридные материалы с нано- и субмикроструктурной структурой;
7. Разработка компьютеризированных средств и методов наблюдения и анализа структур и изломов, в т.ч. с использованием среды программирования LabVIEW;
8. Разработка акустико-эмиссионных методов и технологий мониторинга деформации и разрушений в материалах и в конструкциях, в т.ч. с использованием среды программирования LabVIEW;
9. Технологии термической и химико-термической обработки металлов.

### Кадровый потенциал кафедры

На кафедре работают: 5 профессоров; 13 доцентов; 1 старший преподаватель; 2 ассистента; 5 инженеров.

Из них: 5 докторов наук, 16 кандидатов наук.

На кафедре обучаются 14 аспирантов, в т.ч. 4 иностранных граждан.

### Наиболее крупные проекты

В 2018 г. на кафедре выполнено 7 работ по грантам Минобрнауки РФ, грантам Президента РФ и хозяйственных работ на общую сумму более 16 миллионов рублей, в т.ч.:

1. Соглашение № 14.575.21.0124 о предоставлении субсидии «Разработка и создание нового класса высокопрочных и высокомодульных конструкционных композиционных материалов с высоким сопротивлением статическим, повторно-статическим, динамическим и радиационным нагрузкам» (в рамках ФЦП);
2. Соглашение № 14.578.21.0129 о предоставлении субсидии «Разработка импортозамещающих твердых сплавов с повышенными износными и технологическими характеристиками для упрочнения быстроизнашиваемых деталей сельхозмашин, эксплуатирующихся в абразивной среде» (в рамках ФЦП);
3. Договор с ОАО «Композит» на тему «Исследование закономерностей формирования диффузионных соединений биметаллических заготовок алюминий-сплав-сталь, молибден-сплав-сталь в условиях сверхвысоких давлений всестороннего сжатия»;
4. Договор с ПАО «Энел Россия» на тему «Проведение экспертизы металла оборудования филиала «Рефтинская ГРЭС» в 2018-2020 гг.»;

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»).

Сотрудники кафедры выполняют НИР в лаборатории «Гибридные наноструктурные материалы» НИТУ «МИСиС» под руководством к.т.н. А.А. Комиссарова. Лаборатория занимается разработкой и исследований гибридных материалов различного типа, в которых в качестве компонентов используются наноструктурные материалы, полученные методами больших пластических деформаций.

**Важнейшие научно-технические достижения**

Методом кручения под высоким давлением получены образцы новых металлических гибридных материалов с ультрамелкозернистой (нано- и субмикрористаллической) структурой. Выявлены основные закономерности упрочнения таких материалов и формирования их структуры. Описаны различные типы границ раздела между слоями в зависимости от композиции гибрида. Рассмотрены условия формирования вихревых структур в металлических гибридных материалах при деформации кручением под давлением.

Совместным анализом акустической эмиссии, диаграмм деформации, структуры и изломов на разных масштабных уровнях исследованы кинетика и механизмы разрушения образцов, фрагментов и цельных литых боковых рам железнодорожных вагонов из стали 20ГЛ в состоянии разной прочности.

Предложен способ оценки склонности к преждевременному разрушению (трещиностойкости) упрочненных твердыми сплавами деталей рабочих органов почвообрабатывающих машин – по соотношению размеров элементов структуры наплавки и статистике их распределения.

На основе выявленных закономерностей формирования изображений разнородных структур, получаемых с использованием световой микроскопии, оценены возможности цифровизации измерительных процедур для контроля качества металлопродукции в массовом производстве.

Изготовлены образцы композиционных жаропрочных материалов со структурой в виде изотропных равноосных сот (оболочка толщиной 0,3 мкм из вольфрама + ядро диаметром 5 мкм из интерметаллического сплава на основе Ni<sub>3</sub>Al). При испытании на сжатие и на ползучесть при 1000 – 1100 °С композиционные материалы показали более высокие пределы текучести и пределы ползучести (на 20 – 40 %), чем просто интерметаллид Ni<sub>3</sub>Al как по относительным (без учёта плотности), так и по удельным (на единицу массы) показателям.

Разработаны математические модели для описания характеристик прочности и ползучести жаропрочных 12 %-ных ферритно-мартенситных сталей, учитывающие химический состав сталей и условия испытаний (температуру для предела прочности и текучести, напряжение для ползучести). Ошибка предсказания характеристик жаропрочности по разработанным моделям составляет от 5 до 40 % для различных комбинаций изменяемых параметров.

Разработана технология деформационно-термической обработки трехслойных труб на основе сплавов ванадия и коррозионностойких сталей для атомных реакторов нового поколения.

**Подготовка специалистов высшей квалификации**

– бакалавриат: 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», профиль «Металловедение и термическая обработка металлов»;

– магистратура: 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов», профили «Инновационные конструкционные материалы» и «Металловедение и термическая обработка металлов»;

– аспирантура: «Технологии материалов».

**Основные публикации**

1. S.A. Nikulin, A.B. Rozhnov, T.A. Nechaykina, S.O. Rogachev, M.Yu. Zadorozhnyy, Hanan Alsheikh. Effect of low hydrogenation on the low-cycle fatigue of zirconium alloy // International Journal of Fatigue.–2018.–V. 111.–N. 3.–P. 1-6

2. A.V. Kudrya, E.A. Sokolovskaya, S.V. Skorodumov, V.A. Trachenko, K.B. Papina. Possibilities of digital optical microscopy for objective certification of the quality of metalware // Metal Science and Heat Treatment.–2018.–V. 60.–N. 3-4.–P. 216-223

3. S.O. Rogachev, S.A. Nikulin, R.V. Sundeev. Formation of turbulent structures in metallic hybrid materials under pressure torsional deformation // Metal Science and Heat Treatment.–2018.–V. 60.–N. 3-4.–P. 224-228

4. A.V. Kudrya, E.A. Sokolovskaya, N.H. Le, H.N. Ngo. Relation between the morphology of different-nature ductile fractures and properties of structural steels // *Metal Science and Heat Treatment*.–2018.–V. 60.–N. 3-4.–P. 236-242

5. M.Yu. Belomyttsev. A study of processes of phase formation and hardening in molybdenum alloys after internal nitriding // *Metal Science and Heat Treatment*.–2018.–V. 60.–N. 3-4.–P. 243-252

6. Э.В. Ли, В.А. Белов, В.Ю. Турилина. Комплексная оценка состояния циркониевых облочков после высокотемпературного окисления // *Деформация и разрушение материалов*. – 2018. – № 3. – С. 42-48

7. Мельниченко А.С. Численное моделирование потери устойчивости системы трещин // *Деформация и разрушение материалов*.–2018.–№ 5.–С. 13-18

8. S.O. Rogachev, S.A. Nikulin, A.B. Rozhnov, M.V. Gorshenkov. Microstructure, Phase Composition, and Thermal Stability of Two Zirconium Alloys Subjected to High-Pressure Torsion at Different Temperatures // *Advanced Engineering Materials*.–2018.–V. 20.–N. 1800151

9. Bazhenov V., Kolygin A., Komissarov A., Anishchenko A., Khasenova R., Komissarova J., Bautin V., Seferyan A., Fozilov B. Microstructure, mechanical and corrosion properties of biodegradable Mg-Ga-Zn-X (X = Ca, Y, Nd) alloys // *Proceedings of METAL 2018 - 27th International Conference on Metallurgy and Materials*, 2018.–P. 1375-1380

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

– количество публикаций: статей - 48, в т.ч.: в научных журналах, индексируемых в базе данных WoS / Scopus – 36, в российских научных журналах из списка ВАК – 10;

– количество объектов интеллектуальной собственности – 7;

– количество конференций в которых участвовали сотрудники кафедры – 18;

– количество защищенных кандидатских диссертаций – 1;

– количество премий и наград за научно-инновационные достижения – 38.

Кафедра МиФП при поддержке РАН и РАЕН раз в два года проводит Евразийскую научно-практическую конференцию «Прочность неоднородных структур» (ПРОСТ). Очередная 9-я конференция ПРОСТ, приуроченная к 100-летию кафедры, проведена в апреле 2018 г.

#### **Защищенные кандидатские диссертации**

1. Ожерелков Д.Ю., тема «Вязкость разрушения углерод-углеродных композиционных материалов трещинового назначения». Дисс ... к.т.н.

#### **Награды:**

1. Кудря А.В., Соколовская Э.А., Мельниченко А.С., Кузько Е.И., Воробьев Д.А., Ахмедова Т.Ш., Пережогин В.Ю., Вяткина А.К. Диплом лауреата XXIV Международной промышленной выставки МЕТАЛЛ – ЭКСПО 2018 за разработку импортозамещающих твердых сплавов с повышенной износостойкостью и сопротивляемостью преждевременному разрушению для упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих сельхозмашин, эксплуатирующихся в абразивной среде;

2. Воробьев Д.А., Ахмедова Т.Ш., Пережогин В.Ю., Вяткина А.К. Лауреаты Премии конкурса «Молодые ученые» Международной промышленной выставки МЕТАЛЛ-ЭКСПО 2018 за разработанный комплекс компьютеризированных процедур измерения неоднородности строения структур и изломов твердых сплавов, обеспечивающих количественную оценку их строения для прогноза износостойкости и стойкости к преждевременному разрушению рабочих органов почвообрабатывающих сельхозмашин, эксплуатирующихся в абразивной среде».

#### **Контакты**

**Никulin 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**

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

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

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

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

– 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 высококачественных эпитаксиальных слоев GaAs и алмаза;

– источники питания на основе преобразования солнечной и ядерной энергии;

– радиационная отбраковка и исследование радиационной стойкости полупроводниковых структур;

– оптоволоконные сенсоры.

### **Кадровый потенциал кафедры**

На кафедре работают: 4 профессора, 9 доцентов, 4 старших преподавателя, 4 ассистента, 25 сотрудника 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 2018 году выпускниками кафедры были защищены 26 выпускных квалификационных работ бакалавров, 20 магистерских диссертации и 1 выпускная квалификационная работа аспиранта.

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

Выполнено 3 проекта Министерства образования и науки РФ на общую сумму 33 млн. рублей и два хозяйственных договора на сумму 0,6 млн. руб.

### **Наиболее крупные проекты, выполненные в 2018 г. (более 5 млн. руб.)**

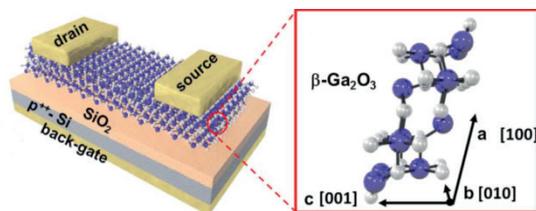
1. Проект в рамках госзадания (Номер НИР: 3.2794.2017/4.6) «Разработка спектрометрических и координатных полупроводниковых детекторов частиц для применения в экспериментах ядерной и ускорительной физики» (Министерство образования и науки РФ, объем финансирования: 12,5 млн. руб., руководитель: к.ф.-м.н. 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.).

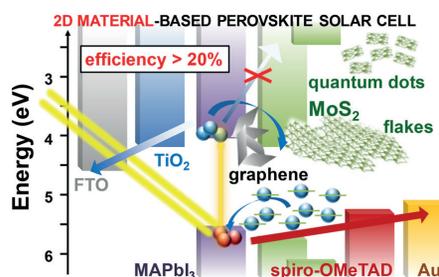
3. Проект «Прототипы солнечных батарей (третьего поколения) с повышенной стабильностью на основе неорганических мезоструктур и гибридных материалов», грант К2-2017-025 в рамках реализации Программы повышения конкурентоспособности НИТУ «МИСиС» среди ведущих мировых научно-образовательных центров (объем финансирования 13,5 млн. руб., руководитель в.н.с. Альдо Ди Карло).

**Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2018 г.**

- Исследовано влияние радиационных дефектов на характеристики приборных структур на основе  $\text{Ga}_2\text{O}_3$ ;
- Проведены испытания на радиационную стойкость фотоприемников, применяемых для калориметрического детектора LHCb, ЦЕРН;
- Проведены исследования по влиянию легирующих примесей на характеристики оптических волокон;
- Созданы образцы перовскитных солнечных элементов с КПД > 20 %;
- Изготовлены и исследованы поверхностно-барьерные детекторы альфа-частиц на основе высокочистых эпитаксиальных слоев GaAs площадью более  $80 \text{ мм}^2$  в корпусе с разрешением 14 кэВ;
- Исследованы спектральные характеристики детекторов ядерных частиц на основе CVD-алмаза.



Полевой транзистор на основе  $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$



Перовскитный солнечный элемент с эффективностью больше 20 %

**Подготовка специалистов высшей квалификации**

В 2018 году на кафедре обучалось 20 аспирантов. Доцент Лагов П.Б. защитил докторскую диссертацию (технические науки) по специальности 05.27.01.

**Основные публикации (в журналах Web of Science с импакт-фактором больше 3)**

1. Najafi, L., Taheri, B., Martín-García, B., Bellani, S., Di Girolamo, D., Agresti, A., Oropesa-Núñez, R., Pescetelli, S., Vesce, L., Calabrò, E., Prato, M., Del Rio Castillo, A.E., Di Carlo, A., Bonaccorso, F., MoS2 Quantum Dot/Graphene Hybrids for Advanced Interface Engineering of a  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$  Perovskite Solar Cell with an Efficiency of over 20%, ACS Nano, Volume 12, Issue 11, 27 November 2018, Pages 10736-10754, IF=13,709
2. Choi, H.H., Rodionov, Y.I., Paterson, A.F., Panidi, J., Saranin, D., Kharlamov, N., Didenko, S.I., Anthopoulos, T.D., Cho, K., Podzorov, V., Accurate Extraction of Charge Carrier Mobility in 4-Probe Field-Effect Transistors, Advanced Functional Materials, Volume 28, Issue 26, 27 June 2018, 1707105, IF=12,124
3. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., Measurement of Antiproton Production in p-He Collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 110 \text{ GeV}$ , Physical Review Letters, Volume 121, Issue 22, 29 November 2018, 222001, IF=8,839
4. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., First Observation of the Doubly Charmed Baryon Decay  $\Xi_{cc}^{++} \rightarrow \Xi_{cc}^+ \pi^+$ , Physical Review Letters, Volume 121, Issue 16, 17 October 2018, 162002, IF=8,839
5. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., Measurement of Angular and CP Asymmetries in  $D^0 \rightarrow \pi^+ \pi^- \mu^+ \mu^-$  and  $D^0 \rightarrow K^+ K^- \mu^+ \mu^-$  Decays, Physical Review Letters, Volume 121, Issue 9, 30 August 2018, 091801, IF=8,839
6. LHCb collaboration, Didenko S., Shmanin E., Observation of a New  $\Xi_b^-$  Resonance, Physical Review Letters, Volume 121, Issue 7, 15 August 2018, 072002, IF=8,839
7. LHCb collaboration, Didenko S., Shmanin E., Measurement of the Lifetime of the Doubly Charmed Baryon  $\Xi_{cc}^{++}$ , Physical Review Letters, Volume 121, Issue 5, 31 July 2018, 052002, IF=8,839
8. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., Measurement of the  $c_0$  Baryon Lifetime, Physical Review Letters, Volume 121, Issue 9, 31 August 2018, 092003, IF=8,839
9. Dagar, J., Castro-Hermosa, S., Gasbarri, M., Palma, A.L., Cina, L., Matteocci, F., Calabrò, E., Di Carlo, A., Brown, T.M., Efficient fully laser-patterned flexible perovskite modules and solar cells

based on low-temperature solution-processed SnO<sub>2</sub>/mesoporous-TiO<sub>2</sub> electron transport layers, Nano Research, Volume 11, Issue 5, 1 May 2018, Pages 2669-2681, IF=7,354

10. Taheri, B; Nia, NY; Agresti, A; Pescetelli, S; Ciceroni, C; Castillo, AED; Cina, L; Bellani, S; Bonaccorso, F; Di Carlo, A, Graphene-engineered automated sprayed mesoscopic structure for perovskite device scaling-up, 2D MATERIALS, Volume 5 Issue 4, 045034, OCT 2018, IF=7,042

11. Saranin, D.S., Mazov, V.N., Luchnikov, L.O., Lypenko, D.A., Gostishev, P.A., Muratov, D.S., Podgorny, D.A., Migunov, D.M., Didenko, S.I., Orlova, M.N., Kuznetsov, D.V., Tameev, A.R., Di Carlo, A., Tris(ethylene diamine) nickel acetate as a promising precursor for hole transport layer in planar structured perovskite solar cells, Journal of Materials Chemistry C, Volume 6, Issue 23, 2018, Pages 6179-6186, IF=5,976

12. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., Study of  $\Upsilon$  production in pPb collisions at  $\sqrt{s_{NN}}=8.16$  TeV, Journal of High Energy Physics, Volume 2018, Issue 11, 1 November 2018, 194, IF=5,541

13. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E. Measurement of the time-integrated CP asymmetry in  $D^0 \rightarrow KS^0 KS^0$  decays, Journal of High Energy Physics, Volume 2018, Issue 11, 1 November 2018, 48, IF=5,541

14. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., Central exclusive production of  $J/\psi$  and  $\psi(2S)$  mesons in pp collisions at  $\sqrt{s}=13$  TeV, Journal of High Energy Physics, Volume 2018, Issue 10, 1 October 2018, 167, IF=5,541

15. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., Erratum to: Measurement of the CKM angle  $\gamma$  using  $B^\pm \rightarrow DK^\pm$  with  $D \rightarrow KS^0\pi^+\pi^-$ ,  $KS^0K^+K^-$  decays (Journal of High Energy Physics, (2018), 2018, 8, (176), 10.1007/JHEP08(2018)176), Journal of High Energy Physics, Volume 2018, Issue 10, 1 October 2018, 107, IF=5,541

16. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., Search for beautiful tetraquarks in the  $\Upsilon(1S)\mu^+\mu^-$  invariant-mass spectrum, Journal of High Energy Physics, Volume 2018, Issue 10, 1 October 2018, 86, IF=5,541

17. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E. Measurement of  $Z \rightarrow \tau^+\tau^-$  production in proton-proton collisions at  $\sqrt{s}=8$  TeV, Journal of High Energy Physics, Volume 2018, Issue 9, 1 September 2018, 159, IF=5,541

18. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., Angular moments of the decay  $\Lambda_b^0 \rightarrow \Lambda\mu^+\mu^-$  at low hadronic recoil, Journal of High Energy Physics Volume 2018, Issue 9, 1 September 2018, 146, IF=5,541

19. LHCb collaboration, Didenko S., Search for a dimuon resonance in the  $\Upsilon$  mass region, Journal of High Energy Physics. Volume 2018, Issue 9, 1 September 2018, 147, IF=5,541

20. LHCb collaboration, Didenko S., Measurement of  $D_s^\pm$  production asymmetry in pp collisions at  $\sqrt{s}=7$  and 8 TeV, Journal of High Energy Physics, Volume 2018, Issue 8, 1 August 2018, Номер статьи 8, IF=5,541

21. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., Observation of the decay  $B_s^0 \rightarrow \chi_{c2} K^+ K^-$  in the  $\phi$  mass region Journal of High Energy Physics Volume 2018, Issue 8, 1 August 2018, Номер статьи 191 IF=5,541

22. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., Observation of the decay  $\Lambda_b^0 \rightarrow \psi(2S)p\pi^-$ , Journal of High Energy Physics, Volume 2018, Issue 8, 1 August 2018, 131, IF=5,541

23. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., Measurement of the CKM angle  $\gamma$  using  $B^\pm \rightarrow DK^\pm$  with  $D \rightarrow KS^0\pi^+\pi^-$ ,  $KS^0K^+K^-$  decays, Journal of High Energy Physics, Volume 2018, Issue 8, 1 August 2018, 176, IF=5,541

24. LHCb collaboration, Didenko S., Measurement of  $\Upsilon$  production in pp collisions at  $\sqrt{s}=13$  TeV, Journal of High Energy Physics, Volume 2018, Issue 7, 1 July 2018, 134, IF=5,541

25. LHCb collaboration, Didenko S., Evidence for the decay  $BS^0 \rightarrow K^{*0}\mu^+\mu^-$ , Journal of High Energy Physics, Volume 2018, Issue 7, 1 July 2018, 20, IF=5,541

26. LHCb collaboration, Didenko S., Measurement of CP violation in  $B^0 \rightarrow D\bar{F}\pi^\pm$  decays, Journal of High Energy Physics, Volume 2018, Issue 6, 1 June 2018, 84, IF=5,541

27. LHCb collaboration, Didenko S., Measurement of the inelastic pp cross-section at a centre-of-mass energy of 13 TeV, Journal of High Energy Physics, Volume 2018, Issue 6, 20 June 2018, 17p, IF=5,541

28. LHCb collaboration, Didenko S. Measurement of the CP asymmetry in  $B^- \rightarrow D_s^- D_0$  and  $B^- \rightarrow D^- D_0$  decays, *Journal of High Energy Physics*, Volume 2018, Issue 5, 1 May 2018, 160, IF=5,541
29. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., Search for lepton-flavour-violating decays of Higgs-like bosons, *European Physical Journal C*, Volume 78, Issue 12, 1 December 2018, 1008, IF=5,172
30. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., Evidence for an  $\eta_c(1S)$   $\pi^-$  resonance in  $B_0 \rightarrow \eta_c(1S) K^+ \pi^-$  decays, *European Physical Journal C*, Volume 78, Issue 12, 1 December 2018, 1019, IF=5,172
31. Calabrò, E., Matteocci, F., Palma, A.L., Vesce, L., Taheri, B., Carlini, L., Pis, I., Nappini, S., Dagar, J., Battocchio, C., Brown, T.M., Di Carlo, A., Low temperature, solution-processed perovskite solar cells and modules with an aperture area efficiency of 11%, *Solar Energy Materials and Solar Cells*, Volume 185, October 2018, Pages 136-144, IF=5,018
32. Iakobson, O.D., Gribkova, O.L., Tameev, A.R., Nekrasov, A.A., Saranin, D.S., Di Carlo, A., Graphene nanosheet/polyaniline composite for transparent hole transporting layer, *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, Volume 65, 25 September 2018, Pages 309-317, IF=4,841
33. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., Observation of the decay  $B_s^0 \rightarrow D^0 K^+ K^-$  OBSERVATION of the DECA... R. AAIJ et al., *Physical Review D*, Volume 98, Issue 7, 1 October 2018, 072006, IF=4,394
34. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., Observation of  $B_s^0 \rightarrow D^0 \phi$  and search for  $B_0 \rightarrow D^0 \phi$  decays OBSERVATION of  $B_s^0 \rightarrow D^0 \phi$  and ... R. AAIJ et al., *Physical Review D*, Volume 98, Issue 7, 1 October 2018, 071103, IF=4,394
35. LHCb collaboration, Didenko S., Measurement of CP asymmetries in two-body  $B(s)0$  -meson decays to charged pions and kaons, *Physical Review D*, Volume 98, Issue 3, 1 August 2018, 032004, IF=4,394
36. LHCb collaboration, Didenko S., Baryshnikov F., Shmanin E., Search for CP violation in  $\Lambda_b^0 \rightarrow p K^-$  and  $\Lambda_b^0 \rightarrow p \pi^-$  decays, *Physics Letters, Section B: Nuclear, Elementary Particle and High-Energy Physics* Volume 787, 10 December 2018, Pages 124-133, IF=4,254
37. LHCb collaboration, Didenko S., Observation of the decay  $\Lambda_b^0 \rightarrow \Lambda_c^+ p \bar{p} \pi^-$ , *Physics Letters, Section B: Nuclear, Elementary Particle and High-Energy Physics* Volume 784, 10 September 2018, Pages 101-111, IF=4,254
38. Busby, Y., Agresti, A., Pescetelli, S., Di Carlo, A., Noel, C. Pireaux, J.-J., Houssiau, L., Aging effects in interface-engineered perovskite solar cells with 2D nanomaterials: A depth profile analysis, *Materials Today Energy*, Volume 9, September 2018, Pages 1-10, IF=4,2
39. Jeon, D.-W., Son, H., Hwang, J., Polyakov, A.Y., Smirnov, N.B., Shchemerov, I.V., Chernykh, A.V., Kochkova, A.I., Pearton, S.J., Lee, I.-H., Electrical properties, structural properties, and deep trap spectra of thin  $\alpha$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> films grown by halide vapor phase epitaxy on basal plane sapphire substrates, *APL Materials*, Volume 6, Issue 12, 1 December 2018, 121110, IF=4,127
40. Polyakov, A.Y., Smirnov, N.B., Shchemerov, I.V., Pearton, S.J., Ren, F., Chernykh, A.V., Lagov, P.B., Kulevoy, T.V., Hole traps and persistent photocapacitance in proton irradiated  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> films doped with Si, *APL Materials*, Volume 6, Issue 9, 1 September 2018, 96102, IF=4,127
41. Kir'yanov, A.V., Barmenkov, Y.O. Villegas-Garcia, I.L., Cruz, J.L., Andres, M.V., Highly Efficient Holmium-Doped All-Fiber 2.07- $\mu$ m Laser Pumped by Ytterbium-Doped Fiber Laser at 1.13  $\mu$ m, *IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics*, Volume 24, Issue 5, September-October 2018, 0903108, IF=3,971
42. Bonomo, M., Di Carlo, A., Dini, D., Study of the influence of the i-based electrolyte composition on the photoconversion properties of p-type DYE-sensitized solar cells, *Journal of the Electrochemical Society*, Volume 165, Issue 14, 2018, Pages H889-H896, IF=3,662
43. Bonomo, M., Saccone, D., Magistris, C., Barolo, C., Ciná, L., Di Carlo, A., Dini, D, Erratum: Influence of the conditions of sensitization on the characteristics of p-DSCs sensitized with asymmetric squaraines (*Journal of the Electrochemical Society* (2017) 164 (H1099) DOI: 10.1149/2.0971714jes), *Journal of the Electrochemical Society*, Volume 165, Issue 2, 2018, Page X3, IF=3,662
44. Yun, J.-H., Polyakov, A.Y., Kim, K.-C., Yu, Y.T., Lee, D., Lee, I.-H., Enhanced luminescence of CsPbBr<sub>3</sub> perovskite nanocrystals on stretchable templates with Au/SiO<sub>2</sub> plasmonic nanoparticles, *Optics Letters*, 2018, 43(10), c. 2352-2355, IF=3,416

45. Polyakov, A.Y., Smirnov, N.B., Shchemerov, I.V., Saranin, D.S., Le, T.S., Didenko, S.I., Kuznetsov, D.V., Agresti, A., Pescetelli, S., Matteocci, F., Di Carlo, A., Trap states in multication mesoscopic perovskite solar cells: A deep levels transient spectroscopy investigation, *Applied Physics Letters*, Volume 113, Issue 26, 24 December 2018, 263501, IF=3,411

46. Polyakov, A.Y., Smirnov, N.B., Shchemerov, I.V., Yakimov, E.B., Pearton, S.J., Fares, C., Yang, J., Ren, F., Kim, J., Lagov, P.B., Stolbunov, V.S., Kochkova, A. Defects responsible for charge carrier removal and correlation with deep level introduction in irradiated  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, *Applied Physics Letters*, Volume 113, Issue 9, 27 August 2018, 092102, IF=3,411

47. Turutin, A.V., Vidal, J.V., Kubasov, I.V., Kislyuk, A.M., Malinkovich, M.D., Parkhomenko, Y.N., Kobeleva, S.P., Pakhomov, O.V., Kholkin, A.L., Sobolev, N.A., Magnetoelectric metglas/bidomain  $y + 140^\circ$ -cut lithium niobate composite for sensing fT magnetic fields, *Applied Physics Letters*, Volume 112, Issue 26, 25 June 2018, 262906, IF=3,411

48. Teixeira, B.M.S., Timopheev, A.A., Caçoilho, N.F.F., Auffret, S., Sousa, R.C., Dieny, B., Alves, E., Sobolev, N.A., Ion irradiation-induced easy-cone anisotropy in double-MgO free layers for perpendicular magnetic tunnel junctions, *Applied Physics Letters*, Volume 112, Issue 20, 14 May 2018, 202403, IF=3,411

49. Rosário, C.M.M., Thöner, B., Schönhals, A., Menzel, S., Wuttig, M., Waser, R., Sobolev, N.A., Wouters, D.J., Correlation between the transport mechanisms in conductive filaments inside Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-based resistive switching devices and in substoichiometric TaO<sub>x</sub> thin films, *Applied Physics Letters*, Volume 112, Issue 21, 21 May 2018, 213504, IF=3,411

50. Polyakov, A.Y., Smirnov, N.B., Shchemerov, I.V., Pearton, S.J., Ren, F., Chernykh, A.V., Kochkova, A.I., Electrical properties of bulk semi-insulating  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Fe), *Applied Physics Letters*, Volume 113, Issue 14, 1 October 2018, 142102, IF=3,411

51. Polyakov, A.Y., Smirnov, N.B., Shchemerov, I.V., Yakimov, E.B., Yang, J., Ren, F., Yang, G., Kim, J., Kuramata, A., Pearton, S.J., Point defect induced degradation of electrical properties of Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> by 10 MeV proton damage, *Applied Physics Letters*, Volume 112, Issue 3, 15 January 2018, 032107, IF=3,411

#### Основные научно-технические показатели

- Количество публикаций: статей, индексируемых в базе данных Web of Science/Scopus – 80;
- Количество объектов интеллектуальной собственности – 5;
- Количество международных конференций, в которых приняли участие сотрудники кафедры – 18.

Аспиранты кафедры Турутин Андрей и Кузьмина Ксения выиграли стипендию Президента Российской Федерации. Два аспиранта кафедры Аникеев Андрей Сергеевич и Нематуллоев Саидходжа Ганиевич стали победителями программы «У.М.Н.И.К.» Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере. Студенты магистратуры Трифонова Екатерина, Алексанян Луиза и Касен Асылан стали победителями стипендии Правительства РФ обучающимся по приоритетным направлениям. Студентка бакалавриата Бугакова Анастасия выиграла стипендию Президента РФ обучающимся по приоритетным направлениям.

#### Контакты

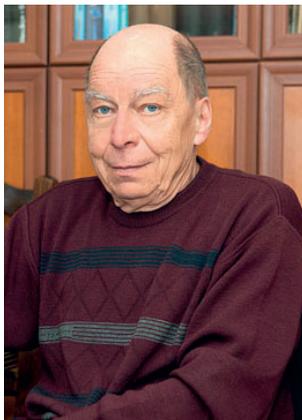
**Диденко Сергей Иванович**, заведующий кафедрой, канд. физ.-мат. наук, доцент

**Тел./факс:** (499) 237-21-29

**E-mail:** sdi13@mail.ru

## КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ

**Астахов Михаил Васильевич**  
Заведующий кафедрой,  
доктор химических наук, профессор



Кафедра физической химии является структурным подразделением Института Новых материалов и нанотехнологий (ИНМИН).

Учебная деятельность кафедры направлена на обеспечение:

- базовой подготовки студентов в области физической химии (химическая термодинамика, кинетика химических реакций, теория поверхностных явлений) для бакалавров, обучающихся в институтах ИНМИН и ЭКОТЕХ, а также для отдельных групп Горного института;

- подготовки бакалавров по направлениям ФИЗИКА (профиль «физика конденсированного состояния»), НАНОМАТЕРИАЛЫ (профиль «композиционные наноматериалы»);

- магистров по направлению ФИЗИКА и НАНОМАТЕРИАЛЫ;

- аспирантов по направлению ФИЗИКА и АСТРОНОМИЯ и ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ.

**Кадровый потенциал кафедры:** 7 - профессоров, 7 - доцентов, 1 старший преподаватель, 2 ассистента, 2 - научных сотрудника, Научный персонал – 37 человек. Среди сотрудников кафедры 7 докторов наук, 8 кандидатов наук. На кафедре обучаются 10 аспирантов.

### Основные научные направления кафедры

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

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

Кафедра проводит активные исследования в области создания эффективных суперконденсаторов совместно с компанией ТЭЭМП, ведущим российским разработчиком и производителем накопителей и устройств на их основе. Группа под руководством М.В. Астахова занимается поисковыми и прикладными работами по модификации материалов для создания электродов, а также по оптимизации составов электролитов. Достигнутые результаты (рабочий диапазон температур от минус 60 °С до плюс 60 °С), обеспечивает возможность использования разработанных конструкций практически во всех климатических зонах России. Следующая цель – расширить температурный интервал и в сторону низких, и в сторону высоких температур, при сохранении высоких энергетических характеристик и надежности изделий.

**Диффузия и диффузионные процессы в металлических сплавах (проф. Б.С. Бокштейн, e-mail: bokst@mail.ru; доц. А.О. Родин, e-mail: rodin@misis.ru)**

Проводятся экспериментальные исследования и термодинамическое моделирование формирования фаз в различных условиях, как далеких от состояния равновесия, так и в квазиравновесных системах. В качестве объектов исследования выбраны стали и сплавы на основе алюминия и меди- системы, имеющие важное практическое значение.

Основная поставленная задача- рассмотрение вопроса о моделировании процессов зарождения фаз и их роста на самом начальном этапе.

**Термодинамические и кинетические свойства поверхностей раздела (проф. Б.С. Бокштейн, e-mail: bokst@mail.ru; проф. А.Л. Петелин, e-mail: bokst@mail.ru; доц. А.О. Родин, e-mail: rodin@misis.ru; доцент Жевненко С.Н. e-mail: zhevnenko@misis.ru)**

Впервые показана возможность моделирования образования кластеров состоящих из нескольких атомов на границе зерен с выделением доминирующего эффекта, приводящего к образованию таких образований. Построены описания эффектов образования кластеров на диффузионные характеристики. Строится аналитическая модель, описывающая диффузионные процессы с учетом возможного образования кластеров в границе зерна, и вблизи границы зерна.

Проведены исследования зернограницной диффузии меди в серебре- системе с аномальным поведением поверхностных и зернограницных энергий.

**Системы квантовых точек и квантовые нейронные сети (проф. Н.Е Капуткина, e-mail: kaputkina@mail.ru)**

Численно и аналитически исследовали динамику квантовых состояний системы из трех квантовых точек, диполь-дипольно взаимодействующих между собой, и линейно взаимодействующих с общим фононным термостатом за пределами марковского приближения. Рассмотрена модель вентиля NOT XOR на основе трех квантовых точек с диполь-дипольным взаимодействием и общим фононным термостатом. Теоретически исследовались методы охлаждения многокубитных систем в присутствии фононного термостата.

**Теория развитой гидродинамической турбулентности (проф. Н.Е Капуткина, e-mail: kaputkina@mail.ru)**

Предложена идея переформулировки статистической теории турбулентности в вязкой несжимаемой жидкости в терминах масштабно-зависимых полей  $u_a(x)$ , определяемых как вейвлет-коэффициенты поля скоростей  $u$ , взятые в точке  $x$  с разрешением  $a$ . Применяя метод квантовой теории поля стохастической гидродинамики к производящему функционалу случайных полей  $u_a(x)$ , показано, что корреляторы поля скорости  $\langle u_{a_1}(x_1) \dots u_{a_n}(x_n) \rangle$  являются конечными по построению для случайной возбуждающей силы, действующей на заданном большом масштабе  $L$ . Поскольку нет расходимостей, регуляризация не требуется, а ренормгрупповая инвариантность становится симметрией, связывающей флуктуации скорости разных масштабов. Вычисляются однопетлевые поправки к вязкости и парный коррелятор скорости. Это дает зависимость турбулентной вязкости от масштаба наблюдения и описывает масштабную зависимость корреляций поля скорости. Важность полученных теоретических результатов связана с тем, что результаты любого экспериментального измерения корреляционных функций турбулентного поля скорости зависят, как минимум, от двух параметров: расстояния между точками, где производится измерение (или волнового числа, соответственно) и размера (ширины окна) датчиков, которые производят измерения.

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

Доработаны методики получения коллоидных растворов с металлическими и оксидными наночастицами различных размеров и концентраций, а также их композиций в различных дисперсионных средах.

Проведена модификация технологий получения пломбирочных, адгезивных и вспомогательных материалов стоматологического назначения с длительным бактерицидным эффектом в отношении штаммов микроорганизмов зубного налета с использованием наночастиц серебра, оксидов цинка, тантала и титана. Ведется разработка нанодисперсных покрытий поверхности стоматологических имплантатов с высокими адгезионно-когезионными свойствами и повышенной совместимостью с прилегающими тканями.

Проводятся работы по анализу эффективности использования композиций на основе наночастиц диоксида титана и оксида цинка в качестве фильтров ультрафиолетового излучения в косметических средствах.

Ведется разработка нанодисперсных покрытий поверхностей биоцидных нанодисперсных покрытий для металлических изделий и медицинского инструмента.

Ведется разработка методик модификации тканного и нетканного материалов для получения на их поверхностях устойчивого бактерицидного эффекта в отношении существующей патогенной микрофлоры

#### **Проекты**

В 2018 году проведены работы:

по 3 хозяйственным проектам на общую сумму 15 млн рублей (ООО ТЭЭМП); проект РНФ и 2 проекта РФФИ – 6 млн. руб.

**Наши достижения:**

– Доцент кафедры Жевненко С.Н. защитил докторскую диссертацию: «Поверхностная энергия и фазовые переходы на поверхностях в двухкомпонентных системах на основе металлов подгруппы меди».

– Молодые сотрудники кафедры Р. Галимзянов и А. Климонт выиграли премию правительства Москвы в области науки.

– Аспирант кафедры А.Ю. Токмачева-Колобова выиграла стипендию Президента РФ для молодых ученых и аспирантов

**Основные публикации**

Сотрудниками кафедры опубликовано 60 работ в журналах входящих в списки WoS и/или Scopus, в том числе:

1. Zhevnenko S. Moving grain boundary as a “comb” for surface particles *Materials Letters* 2018 185-188 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.matlet.2017.11.091>

2. Chukov D., Kharitonov A., Tcherdyntsev V., Zherebtsov D., Maksimkin A. Structure and mechanical properties of self-reinforced ultra-high molecular weight polyethylene *Journal of Composite Materials* 52 12 (2018) Стр.: 1689-1698 DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/0021998317728781>

3. Rodin A., Goreslavets N. Formation of intermediate phases and supersaturated solid solution in Al-Cu system during diffusion, 383, *Defect and Diffusion Forum* (2018) Стр.: 31-35 DOI: <http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/DDF.383.31>

4. Itekovich A., Mendeleev M., Rodin A., Bokstein B., Effect of atomic complexes formation in grain boundaries on grain boundary diffusion, 383, *Defect and Diffusion Forum* (2018) Стр.: 103-111,

5. DOI: <http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/DDF.383.103>

6. Dub V., Rodin A., Bokstein B., Belikov S., Kozlov P., Schepkin I., Dub V. Modeling of the carbide growth kinetics in the low alloyed steels, 215, *Materials Letters* (2018) Стр.: 134-136, DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.matlet.2017.12.089>

7. M.V.Altaisky, M.Hnatich and N.E.Kaputkina. Renormalization of viscosity in wavelet-based model of turbulence. *Physical Review E* 98(2018) 033116, DOI: [10.1103/PhysRevE.98.033116](https://doi.org/10.1103/PhysRevE.98.033116)

8. M.V.Altaisky, N.E.Kaputkina and V.A.Krylov. Symmetry and Decoherence-Free Subspaces in Quantum Neural Networks. *Physics of Atomic Nuclei* 81(6)(2018) 758-764, DOI: [10.1134/S1063778818060030](https://doi.org/10.1134/S1063778818060030)

**Контакты**

**Астахов Михаил Васильевич** – заведующий кафедрой, д-р хим. наук, профессор

тел.: 8(495) 236-87-38

e-mail: [Astahov@misis.ru](mailto:Astahov@misis.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 открывает новую магистерскую программу по направлению Техническая физика: «Квантовые технологии материалов и устройств». Обучение будет обеспечено с привлечением сотрудников Российского квантового центра (РКЦ). 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.

Кафедра ТФКТ тесно сотрудничает с Лабораторией сверхпроводящих метаматериалов и Лабораторией моделирования и разработки новых материалов МИСиС, созданных по 220-му постановлению Правительства РФ, 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.

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, снс М.В. Фистуль):

- механизм высокотемпературной сверхпроводимости,
- фазовые переходы в мультиферроиках с топологическими дефектами,
- спиновый транспорт в джозефсоновских сетях;
- неклассические фотонные состояния в резонаторах со сверхпроводящими кубитами;
- кулоновская блокада, неравновесные квантовые состояния ферми-систем;
- майорановские фермионы и теория трансмонов.

2. Исследования биомембран (доц. С. А. Акимов, ст.преп. Т.Р. Галимзянов, нс 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. 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.

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

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

#### **Кадровый потенциал подразделения**

Кадровый состав кафедры включает 7 д.ф.-м.н. и 10 к.ф.-м.н. с международным опытом:

- 4 профессора (средний возраст 58 лет),
- 5 доцентов (средний возраст 38 лет),
- 1 старший преподаватель и 1 ассистент (средний возраст 34 года),
- 6 научных сотрудников по грантам К2 «5-100» и РФ с международным опытом,
- 16 аспирантов,
- 2 постдока.

#### **Наиболее крупные проекты, выполненные в 2018 г.**

В 2018 году общий объем проектного финансирования кафедры составил более 15 млн. рублей. На кафедре велись научно-исследовательские работы в рамках:

– базовой и проектной частей по государственному заданию Минобрнауки РФ «Мульти-масштабное 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 РФ «Компоненты самособирающихся плёнок и покрытий с управляемой эластичностью. Способы проектирования и синтеза» (рук. И.А. Болдырев).

Сотрудники кафедры участвуют в научных исследованиях в 2-х лабораториях МИСиС созданных по проектам постановления 220 Правительства РФ и по проекту ФПИ.

#### **Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2018 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 РФ №17-79-20440 “Компоненты самособирающихся плёнок и покрытий с управляемой эластичностью. Способы проектирования и синтеза” под руководством к.х.н. И.А. Болдырева.

Итоги работы в 2018г. отражены в научных публикациях сотрудников и аспирантов кафедры в высокорейтинговых физических журналах (из них **12** в журналах **Q1** и **26** 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 **2018** году **44 публикации** в научных журналах индексируемых в базе данных Web of Science. В частности, опубликованы в **журналах: первого квартала (Q1)- 12 статей, второго квартала (Q2) - 26 статей.** Среди них:

– **Nature Communications**: “Circuit quantum electrodynamics of granular aluminum resonators”, М.В. Фистуль и др.

– **Scientific Reports** : “Renninger’s Gedankenexperiment, the collapse of the wave function in a rigid quantum metamaterial and the reality of the quantum state vector”, А.М. Загорский и др.

– **NPJ Quant. Mat.**: “Milestones of low-D quantum magnetism“, А.Н. Васильев и О.С. Волкова

– **Physical Review A**: “First-order dipolar phase transition in the Dicke model with infinitely coordinated frustrating interaction”, С.И. Мухин и Н.В. Гнездилов

– **New Journal of Physics**: “Spin–orbit coupling, minimal model and potential Cooper-pairing from repulsion in BiS<sub>2</sub>- superconductors”, И.М. Еремин и др.

– **Physical Review B**: “Charge and current orders in the spin-fermion model with overlapping hot spots (*editor’s suggestion*)”, К.Б. Ефетов

– **Biophysical Journal**: “Membrane Elastic Deformations Modulate Gramicidin A Transbilayer Dimerization and Lateral Clustering”, С.А. Акимов, Т.Р. Галимзянов и др.

– **JETP Letters**: “Microscopic Description of Thermodynamics of Lipid Membrane at Liquid-Gel Phase Transition”, Б.Б. Хейфец, Т.Р. Галимзянов, С.И. Мухин

– **Letters on Materials**: “Structural transitions in La<sub>0.82</sub>Ca<sub>0.18</sub>MnO<sub>3</sub> single crystal”, Д.А. Шукляев и др.

**Сотрудники и аспиранты кафедры выступили в 2018 году:**

– с приглашенными устными докладами на **15** международных конференциях;

– со стендовыми докладами на **6** международных конференциях.

**Подготовка специалистов высшей квалификации**

В 2018 году защитили кандидатские диссертации аспиранты кафедры ТФКТ: А.С. Аверкин и А.А. Таль (PhD Швеция).

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

Студенты и аспиранты ТФКТ выиграли гранты для стажировки в:

|   |                           |                  |            |   |   |
|---|---------------------------|------------------|------------|---|---|
| 1 | Таль Алексей Алексеевич   | 4 курс аспиранты | 23.04.2018 | The Centre in Nano science and technology (CeNano)                  | The Centre in Nano science and technology (CeNano)      |
| 2 | Оспанова Анар             | 3 курс аспиранты | 25.06.2018 | Оплата оргвзноса конференции МЕТАНАНО 2018                          | Грант оргкомитета                                       |
| 3 | Каушал Кешарпу Кумар      | 1 курс аспиранты | 24.04.2018 | Грант №18-1-2-40-1 leader за участие в конкурсе «Junior Leader»     | Фонд развития теоретической физики и математики «БАЗИС» |
| 4 | Григорьев Александр       | 4 курс бакалавры | 28.02.2018 | Internship Grant from the Karlsruhe House of Young Scientists       | The German Academic Exchange Service (DAAD)             |
| 5 | Ковалев Федор             | 1 курс магистры  | 24.04.2018 | Грант на стажировку в Германии в Технический университет Ильменау.  | The German Academic Exchange Service (DAAD)             |
| 6 | Сеидов Сеидали Сахиб Оглы | 2 курс аспиранты | 08.06.2018 | Оплата участия в школе «Many body theory meets quantum information» | Фонд развития теоретической физики и математики «БАЗИС» |

**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 ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОНИКИ

**Костишин Владимир Григорьевич**

Заведующий кафедрой,

доктор физико-математических наук, профессор,

член-корреспондент Академии Инженерных Наук РФ



Кафедра «Технологии материалов электроники» структурно входит в институт Новых материалов и нанотехнологий. В составе кафедры «Технологии материалов электроники» действуют научно-координационные центры «Наноповерхность» и «Материаловедение ферритов», научно-учебный центр МИСиС – ИОНХ РАН (основан в 1998 г.).

**Основным направлением** научно-исследовательской работы кафедры является разработка технологий и процессов получения материалов электроники, микро- и нанoeлектроники, а также новых материалов электроники, микро- и нанoeлектроники. Результаты научных исследований сопровождаются разработкой математических моделей процессов. Общий объем финансирования НИР за 2018-й год составил около 4 000 тыс. руб.

**Кадровый потенциал кафедры**

На кафедре работают 22 сотрудника, из них: 6 профессоров докторов наук, 9 доцентов кандидатов наук, 2 ассистента кандидата наук, 2 ассистента без ученой степени, 1 зав. лабораторией, 2 – инженера.

На кафедре обучается 22 аспиранта.

**Важнейшие научно-технические достижения кафедры в 2018 г.**

1. Установлена причина и механизм возникновения спонтанной поляризации при комнатной температуре в  $\text{BaFe}_{12-x}\text{In}(\text{Ga})_x\text{O}_{19}$  ( $x \leq 1.2$ ). Поляризация является следствием нецентросимметричного искажения кислородного октаэдра вокруг катиона железа в кристаллографической позиции 12к. Искажение возникает при смещении катиона железа к одному из анионов кислорода, что приводит к появлению ненулевого дипольного электрического момента. Установлена также сильная взаимосвязь магнитной и диэлектрической подсистем в замещенных гексаферритах бария М-типа  $\text{BaFe}_{12-x}\text{In}(\text{Ga})_x\text{O}_{19}$  ( $x \leq 1.2$ ). Проведены температурные исследования величины диэлектрической поляризации и магнитоэлектрического коэффициента.

2. Установлена корреляция между концентрацией диамагнитных ионов с различной электронной структурой ( $\text{D} = \text{In}^{3+}$  и  $\text{Al}^{3+}$ ) и поглощающими свойствами твердых растворов  $\text{BaFe}_{12-x}\text{D}_x\text{O}_{19}$  ( $0,1 < x < 1,2$ ). Согласно данным нейтронной дифракции, исследованные образцы были однофазными с гексагональной структурой (SG: P63/mmc). Отмечено, что при увеличении концентрации ионов индия параметры элементарной ячейки увеличиваются. Это может быть объяснено влиянием ионного радиуса иона-заместителей. Более сложное поведение наблюдается для Ga-замещенного гексаферрита. Объяснением этому может быть анизотропное искажение (вдоль оси c) элементарной ячейки для образцов замещенных Al. Отмечен различный характер распределения диамагнитных ионов-заместителей по анионным локальным окружениям в структуре гексаферрита. Выявлена тенденция различного распределения как в зависимости от природы иона-заместителя, так и в зависимости от его концентрации. В диапазоне частот 20-65 ГГц для всех образцов отмечено интенсивное снижение передачи электромагнитного излучения из-за процессов поглощения (вызванное явлением ЕФМР). Установлено различное поведение амплитудно-частотных характеристик для различных ионов-заместителей. Экспериментальные результаты были в хорошем соответствии с данными теоретического расчета. Для лучшего понимания влияния электронного строения иона-заместителя на электромагнитные свойства гексаферритов М-типа целесообразно применять феноменологическую модель с использованием подходов Гуденафа-Канамори.

3. Предложены магнитомягкие бистабильные сплавы с пониженной температурой Кюри для обеспечения температурной зависимости высокочастотного импеданса в области 25 °С–

150 °С. Продemonстрировано значительное изменение импеданса при подходе к температуре Кюри, причем наибольшая чувствительность достигается на частотах выше 100 МГц. Экспериментальные результаты отлично согласуются с теоретическими. На сколько нам известно, такой подход для мониторинга температуры в композиционных материалах и биополимерах не применялся и является совершенно новым методом.

4. Исследованы структурные, магнитные и электрические свойства композиционных материалов  $(\text{BaFe}_{11,9}\text{Al}_{0,1}\text{O}_{19})_{1-x}(\text{BaTiO}_3)_x$ , где  $x=0-1$ , обе фазы которых обладают электрической спонтанной поляризацией. Температурные зависимости диэлектрической проницаемости обнаруживают два пика, которые соответствуют двум структурным фазовым переходам в каждой фазе. Исследования температурных зависимостей диэлектрической проницаемости позволили определить связь магнитного упорядочения и кристаллографических искажений для объяснения возникновения спонтанной поляризации в коллинеарных магнитных структурах.

5. Исследовано влияние отжига на оптические свойства нанокристаллических пленок  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$ . Было установлено, что с увеличением температуры отжига увеличивается коэффициент прохождения, достигая 80-90 % в ИК диапазоне. Отжиг также влияет на величину запрещенной зоны.

6. Установлен механизм взаимосвязи магнитных и структурных свойств частично кристаллизованных микропроводов в стеклянной оболочке в зависимости от степени кристаллизации сплава, а также от степени упорядоченности кристаллитов в металлической жиле провода. Была найдена критическая корреляция скорости вытягивания, микроструктуры и поведения намагниченности. Было определено, что закалка в воде обычно приводит к образованию однофазного аморфного состояния в металлическом сердечнике; тогда как закалка на воздухе позволяет производить микропровода с различным содержанием и типом кристаллических фаз. В зависимости от состава были получены однофазные, двухфазные или многофазные микропровода. Соответственно, были реализованы различные типы перемангничивания и получены различные петли гистерезиса: бистабильные, ступенчатые, S-образные с повышенной коэрцитивностью.

7. Разработана конструкция и изготовлен макет электронной пушки типа Пирса для исследования вторичной электронной эмиссии.

8. Отработана технология получения антидинаatronного покрытия из титана на поверхности молибденового коллектора. Установлено, что погрешность измерения коэффициента вторичной электронной эмиссии в отсутствие данного покрытия приводит к погрешности, достигающей 10 %.

9. С использованием полиакрилонитрила синтезированы нанокомпозиты NiCo/C из прекурсора, представляющего собой систему «полиакрилонитрил – хлорид никеля – хлорид кобальта» с использованием ИК-нагрева. Средний размер наночастиц изменяется от 15-17 до 78-80 нм в диапазоне температур синтеза от 500 до 800 °С, за счет процессов диффузии и агломерации металлов в углеродной матрице нанокомпозита в ходе ИК-нагрева. Увеличение концентрации металлов в прекурсоры от 10 до 60 масс. % при одинаковой температуре синтеза также влечет за собой рост размеров наночастиц ( $T = 700$  °С - от 19 до 55 нм). Нанокомпозиты, проявляют ферромагнитные свойства. Рост температуры синтеза приводит к увеличению намагниченности насыщения от 5,61 до 10,34 А·м<sup>2</sup>·кг<sup>-1</sup> и коэрцитивной силы от 209,8 до 382,0 Э, за счет увеличения среднего размера наночастиц сплава NiCo, увеличение содержания ферромагнитных наночастиц и образование наночастиц сплава NiCo более однородного состава.

10. Разработаны методики и синтезированы нанокомпозиты FeCo/C и FeNi/C, легированные различными добавками металлов (Ni, Cu). Разработана методика и синтезированы нанокомпозиты Co/C на основе ПВС и гексагидрата нитрата кобальта с помощью ИК-нагрева. Установлено, что в результате предварительного отжига на воздухе при температуре 200 °С гексагидрат нитрата кобальта разлагается до смеси  $\text{Co}_3\text{O}_4$  и CoO с выделением большого количества кислорода, что приводит к окислению полимера.

11. Проведенные исследования Al-замещенного гексаферрита бария разного состава показали, что на магнитные свойства гексаферрита бария влияет не только степень замещения ионов железа алюминием, приводящая к уменьшению намагниченности, но и локализация ионов Al в кристаллографических позициях структуры гексаферрита. Показано, что входжение Al при содержаниях до  $x = 0,4$  происходит лишь в октаэдрической позиции, а выше Al начинает занимать тетраэдрические позиции, уменьшая удельную намагниченность, температуру

Кюри и магнитные поля на ядрах  $\text{Fe}^{57}$ , повышая при этом коэрцитивную силу. Исследованиями гексаферритов  $\text{BaFe}_{12-x}\text{Ga}_x\text{O}_{19}$  показано, что вхождение Ga в решетку гексаферрита понижает коэрцитивную силу, увеличивая «магнитомягкость» гексаферрита, в то время как вхождение Al увеличивает коэрцитивную силу и соответственно «магнитотвердость».

12. Доработаны технологии радиационно-термического спекания магнитомягких и магнитожестких ферритов ряда составов.

**Полученные объекты интеллектуальной собственности.**

1. Исаев И.М., Костишин В.Г., Щербаков С.В., Налогин А.Г., Коровушкин В.В. Способ получения ферритовых изделий. Патент РФ № 2664745.

2. Сергиенко А.А., Кильдюшевский А.В., Рогаткин Д.А., Шмелев А.К. Ультрафиолетовый облучатель мононуклеарных клеток крови. Патент РФ на полезную модель № 176288.

3. Труханов А.В., Труханова Е.Л., Костишин В.Г., Панина Л.В. и др. Способ изготовления фильтров для ИК-диапазона. Патент РФ № 2664912.

4. Труханов А.В., Труханов С.В., Костишин В.Г., Панина Л.В., Читанов Д.Н. Способ получения поглощающего материала на основе замещенного гексаферрита бария. Патент РФ № 2651343.

5. Труханов А.В., Труханов С.В., Костишин В.Г., Панина Л.В., Читанов Д.Н. Многослойные магниторезистивные нанопроволоки. Патент РФ № 2650658.

**Подготовка специалистов высшей квалификации**

1. Комлев Александр Сергеевич. «Радиационно-термическое спекание в пучке быстрых электронов поликристаллических феррошпинелей». Защита диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.27.06. 27 июня 2018 г. НИТУ МИСиС (научный руководитель проф. Костишин В.Г., научный консультант проф. Коровушкин В.В.).

2. Тимофеев Андрей Владимирович. «Получение поликристаллических гексагональных ферритов типа М с мультиферроидными свойствами и повышенными значениями степени магнитной текстуры». Защита диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.27.06. 27 июня 2018 г. НИТУ МИСиС (научный руководитель проф. Костишин В.Г.).

**Основные публикации**

1. Trukhanov, A.V., Trukhanov, S.V., Kostishyn, V.G., (...), Tishkevich, D.I., Trukhanova, E.L., Correlation of the atomic structure, magnetic properties and microwave characteristics in substituted hexagonal ferrites, 2018, Journal of Magnetism and Magnetic Materials 462, с. 127-135.

2. Trukhanov, S.V., Trukhanov, A.V., Panina, L.V., (...), Thakur, A., Yang, Y., Temperature evolution of the structure parameters and exchange interactions in  $\text{BaFe}_{12-x}\text{In}_x\text{O}_{19}$ , 2018, Journal of Magnetism and Magnetic Materials 466, с. 393-405.

3. Turchenko, V.A., Trukhanov, S.V., Balagurov, A.M., (...), Panina, L.V., Trukhanova, E.L., Features of crystal structure and dual ferroic properties of  $\text{BaFe}_{12-x}\text{Me}_x\text{O}_{19}$  ( $\text{Me}=\text{In}^{3+}$  and  $\text{Ga}^{3+}$ ;  $x = 0.1-1.2$ ), 2018, Journal of Magnetism and Magnetic Materials 464, с. 139-147.

4. S.V. Trukhanov, A.V. Trukhanov, V.A. Turchenko, An.V. Trukhanov, E.L. Trukhanova, D.I. Tishkevich, V.M. Ivanov, T.I. Zubar, M. Salem, V.G. Kostishyn, L.V. Panina, D.A. Vinnik, S.A. Gudkova POLARIZATION ORIGIN AND IRON POSITIONS IN INDIUM DOPED BARIUM HEXAFERRITES Ceramics International 44, 290-300 (2018).

5. A.V. Trukhanov, V.G. Kostishyn, L.V. Panina, V.V. Korovushkin, V.A Turchenko, P. Thakur, A. Thakur, Y. Yang, D.A. Vinnik, E.S. Yakovenko, L.Yu. Macuy, E.L. Trukhanova, S.V. Trukhanov CONTROL OF ELECTROMAGNETIC PROPERTIES IN SUBSTITUTED M-TYPE HEXAGONAL FERRITES Journal of Alloys and Compounds 754, 247-256 (2018).

6. A.V. Trukhanov, L.V. Panina, S.V. Trukhanov, V.G. Kostishyn, V.A Turchenko, D.A. Vinnik, T.I. Zubar, E.S. Yakovenko, L.Yu. Macuy, E.L. Trukhanova CRITICAL INFLUENCE OF DIFFERENT DIAMAGNETIC IONS ON ELECTROMAGNETIC PROPERTIES OF  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  Ceramics International 44, 13520–13529 (2018).

7. L.V. Panina, A. Dzhumazoda, S. A. Evstigneeva, A.M. Adam, N. A. Yudanov, A. T. Morchenko, V. G. Kostishyn, Temperature effects on magnetization processes and magnetoimpedance in low magnetostrictive amorphous microwires, Journal of Magnetism and Magnetic Materials, V. 459, pp. 147-153, (August 2018) IF- 3.046 (Q2).

8. S.V. Trukhanov, A.V. Trukhanov, M.M. Salem, E. L. Trukhanova, L.V. Panina, V.G. Kostishyn, M.A. Darvish, V.A. Turchenko, D.I. Tishkevich, O. S. Yakovenko, Preparation and investigation of structure, magnetic and dielectric properties of  $(\text{BaFe}_{11.9}\text{Al}_{0.1}\text{O}_{19})_{(1-x)} - (\text{BaTiO}_3)_x$  bicomponent ceramics, *Ceramics International*, V. 44, pp.21295-21302 (December 2018) IF- 3.057 (Q1).
9. A. M. Adam, E. M. M. Ibrahim, L. V. Panina, P. Petkov, Optical and Thermoelectric Properties of Nanocrystalline  $\text{Bi}_2(\text{Se}_{1-x}\text{Te}_x)_3$  Films. *Nanoscale and Microscale Thermophysical Engineering*, V. 22, pp. 21-38 (2018), IF- 3.111 (Q1).
10. V. V. Rodionova, I. A. Baraban, L. V. Panina, A. I. Bazlov, N. S. Perov, Tunable Magnetic Properties of Glass-Coated Microwires by Initial Technical Parameters. *IEEE Transactions. Magn.* V. 54, No 2002706 (Nov. 2018) IF- 1.46 (Q3).
11. D. G. Muratov, L. V. Kozhitov, D. Yu. Karpenkov, E. V. Yakushko, E. Yu. Korovin, A. V. Vasil'ev, A. V. Popkova, T. M. Kazaryan and A. V. Shadrinov. Synthesis and magnetic properties of Fe-Co-Ni/C nanocomposites // *Russian Physics Journal*, Vol. 60, No. 11, 2018 (Russian Original No. 11, November, 2017). DOI 10.1007/s11182-018-1304-y.
12. Electromagnetic and mechanical properties of nanocomposites polyacrylonitrile / carbon nanotubes, L. V. Kozhitov, A.V. Shadrinov D., G. Muratov, E. Yu. Korovin, A. V. Popkova // *Russian Microelectronics*. 2018, Vol. 47, No. 8, pp. 567–575. DOI: 10.1134/S106373971808005X.
13. D. G. Muratov L., V. Kozhitov, V. V. Korovushkin, E. Yu. Korovin, A. V. Popkova, V. M. Novotortsev. Synthesis, Structure and Electromagnetic Properties of Nanocomposites with Three-component FeCoNi Nanoparticles // *Russian Physics Journal*. 2019, V. 61, Issue 10, P. 1788–1797. DOI 10.1007/s11182-019-01602-5.
14. Vasilev A.A., Dzidziguri E.L., Muratov D.G., Zhilyaeva N.A., Efimov M.N., Karpacheva G.P. Morphology and dispersion of FeCo alloy nanoparticles dispersed in a matrix of IR pyrolyzed polyvinyl alcohol. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2018. V. 347. 012011.
15. Мессбауэровские исследования и микроволновые свойства гексаферритов бария с замещением ионами  $\text{Al}^{3+}$  и  $\text{In}^{3+}$ . А.В. Труханов, В.Г. Костишин, В.В. Коровушкин, и др. *Физика твердого тела*, 2018, том 60, вып. 9, с. 1723- 1732.
16. Mossbauer Studies and the Microwave Properties of  $\text{Al}^{3+}$ - and  $\text{In}^{3+}$ -Substituted Barium Hexaferrites. A. V. Trukhanov, V. G. Kostishin, V. V. Korovushkin, L. V. Panina, S. V. Trukhanov, et al. *Physics of the Solid State*, 2018, Vol. 60, No. 9, pp. 1768–1777.
17. Effect of Magnetic Pulse Processing on the Structure and Magnetic Properties of Ferrites. Shipko M.N., Korovushkin V.V., Kostishin V.G., Isaev I.M., Stepovich M.A., and Savchenko E.S. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics*. – 2018. – Vol. 82, no. 2. – Pp. 203-207.
18. Crystal and Magnetic Structures of Granular Powder Spinel Mn-Zn and Ni-Zn Ferrites Argymbek, B.K., Kichanov, S.E., Kozlenko, D.P., Morchenko A.T., Dzhabarov, S.G., Savenko, B.N. 2018 *Physics of the Solid State* 60(9), с. 1727-1732.
19. Temperature effects on magnetization processes and magnetoimpedance in low magnetostrictive amorphous microwires Panina, L.V., Dzhumazoda, A., Evstigneeva, S.A., (...), Yudanov, N.A., Kostishyn, V.G. 2018 *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 459, с. 147-153.
20. Nematov Makhsudsho G., Yudanov Nicolay A., Yakubtsev Rodion A., Panina Larissa V., Beklemisheva Anna V. and Morchenko Alexander T. Stress Effects on Magnetic Properties of Amorphous Microwires Subjected to Current Annealing 2018 *EPJ Web of Conferences* 185, 04030.
21. Structural and magnetic anisotropy of directionally-crystallized ferromagnetic microwires Evstigneeva, S., Morchenko, A., Trukhanov, A., (...), Hashim, H., Ahmad, H. 2018 *EPJ Web of Conferences* 185, 04022.

### Контакты

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

**Тел/факс:** (495) 638-46-51; **моб. тел.:** (985) 928-54-86

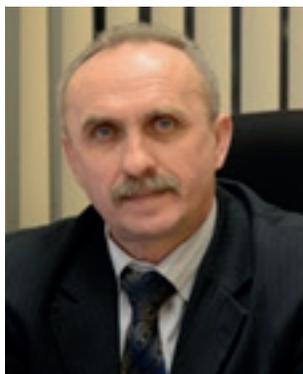
**E-mail:** drvgkostishyn@mail.ru

## 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 и технологическую инфраструктуру научно-исследовательских организаций-партнёров, в 2018 году **завершено** превращение кафедры в один из ведущих центров НИТУ «МИСиС» по подготовке и переподготовке кадров, в том числе высшей квалификации, для наукоём-

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

**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), PЗМ-Fe-B (PЗМ – редкоземельные металлы), Sm-Co, Sm-Fe-N, Sm(Co,Fe,Cu,Zr)<sub>z</sub>, Fe-M-O (M – Ba, Sr, PЗМ и др.) и магнитотвёрдых обменно-связанных нанокompозитах;

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

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

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

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

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

**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.

**Кадровый потенциал кафедры**

**На кафедре работают:**

6 профессоров, 17 доцентов, 1 старший преподаватель, 2 ассистента, 2 ведущих эксперта, 1 эксперт, 3 ведущих инженера, 10 инженеров.

**из них:**

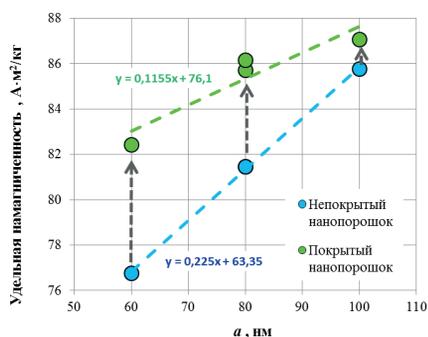
4 доктора физико-математических наук, 1 доктор химических наук, 1 доктор биологических наук, 13 кандидатов физико-математических наук, 9 кандидатов технических наук, 2 кандидата химических наук. На кафедре обучаются 17 аспирантов.

**Наиболее крупные проекты, выполненные в 2018 году**

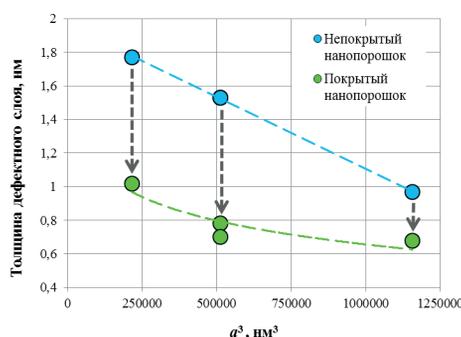
В 2018 г. выполнялись 2 НИР, в том числе по договор с ОАО «Спецмагнит» и по договору с ИМЕТ РАН им. А.А. Байкова.

**Важнейшие научно-технические достижения кафедры в 2018 году**

1. Исследованы структура и магнитные свойства нанопорошков (НП) оксидов железа и гибридных нанопорошков типа «ядро-оболочка» ( $Fe_{3-x}O_4@SiO_2$ ) на их основе. Определены фазово-структурные характеристики и морфология НП. Показано, что НП представляют собой нестехиометрический магнетит  $Fe^{3+}[Fe^{2+}_{1-3x}Fe^{3+}_{1+2x}V_x]O_4$ , в котором имеются объемная и поверхностная области, различающиеся электронным состоянием ионов железа. Результаты магнитных измерений выявили корреляцию дисперсности и магнитных свойств НП. Проведена количественная оценка изменения толщины дефектного поверхностного слоя и его удельной намагниченности в зависимости от среднего размера наночастиц магнетита и наличия покрытия, построены и анализируются полученные зависимости. (Савченко А.Г., Гребенников И.С., Зайцева М.П., Мурадова А.Г., Юртов Е.В., Мажуга А.Г.).



(а)



(б)

Зависимость удельной намагниченности (а) и толщины дефектного поверхностного слоя (б) непокрытых и покрытых наночастиц от среднего размера и куба среднего размера магнитного «ядра» из нестехиометрического магнетита соответственно.

2. Изучены закономерности аморфизации структуры и механические свойства наноламинатов системы «медь – ниобий», полученных в результате многократной пакетной прокатки чередующихся слоев из меди и ниобия, подвергнутых впоследствии кручению под высоким квазигидростатическим давлением в камере Бриджмена (рисунок).

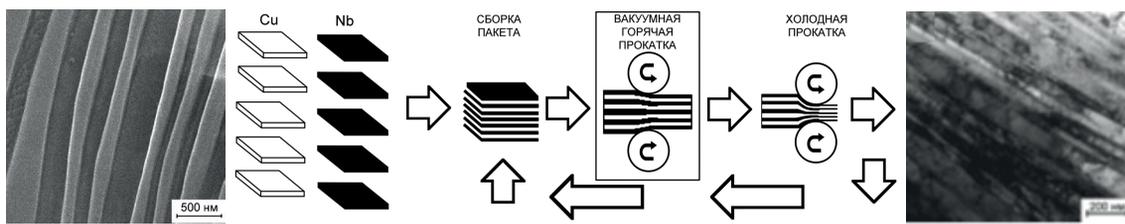
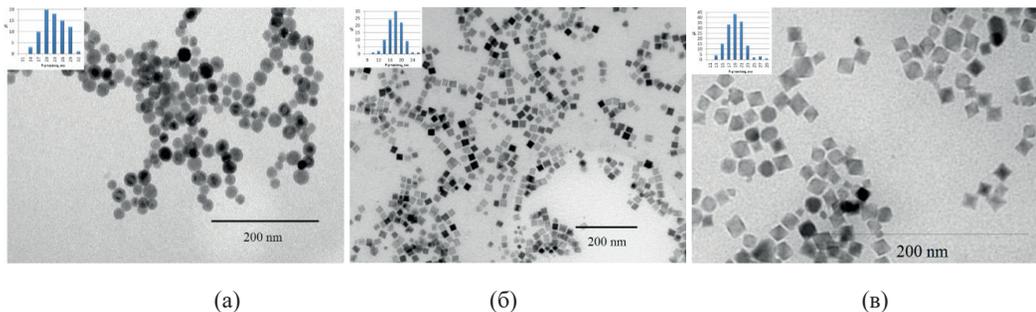


Схема последовательности операций МПП при получении многослойного композита, структура поперечного сечения композитной Cu/Nb-ленты (слева) и наноламинатов Cu–Nb после 2 оборотов (справа)

Проведен детальный анализ изменения структуры исследуемого материала методами ПЭМ высокого разрешения. Изучен характер изменения величины микротвердости в трех измерениях (3D) при варьировании степени деформации в процессе кручения наноламинатов. Обнаружено явление структурной аморфизации и резкое возрастание прочностных характеристик. (А.М. Глезер, М.В. Горшенков, И.В. Щетинин, И.Е. Пермякова, М.И. Карпов, В.И. Внуков, Д.В. Штанский).

3. Исследовано влияние морфологии наночастиц (НЧ) магнетита на параметры МРТ релаксивности. Методом высокотемпературного разложения олеата железа (III) в октаэдрене, варьируя соотношением ПАВ (олеатом натрия и олеиновой кислотой) были получены гидрофобные НЧ сферической формы со средним диаметром  $20 \pm 4$  нм, кубической – со средним размером  $18 \pm 4$  нм и октаэдрической –  $19 \pm 4$  нм (рисунок).



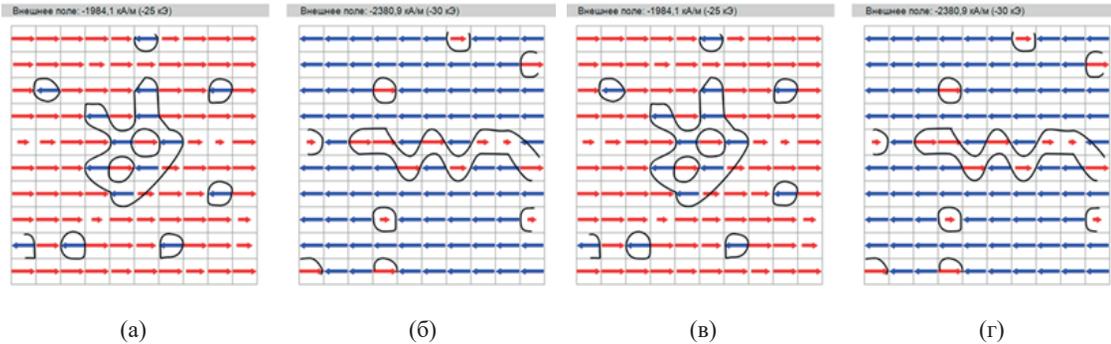
ПЭМ-изображение наночастиц магнетита сферической (а), кубической (б) и октаэдрической (в) формы.

Исследованы гистерезисные свойства НЧ, их цитотоксичность и T2-релаксивность, проведен рентгеноструктурный анализ, определены гидродинамический радиус НЧ и их  $\xi$ -потенциал. Изучено влияние формы НЧ магнетита на значения T2-релаксивности. Для определения T2-релаксивности гидрофобные НЧ были гидрофилизированы путем функционализации сополимером плюроник F127. Функционализированные сополимером нетоксичные НЧ магнетита являются отличным контрастным агентом для магнитно-резонансной томографии (МРТ), демонстрирующими лучше контрастные свойства по сравнению с коммерческими аналогами (Резовист, Ферумокситол, Феридекс). (А.Г. Мажуга, Т.Л. Нгуен, Т.Р. Низамов, А.Г. Савченко, М.А. Абакумов, И.В. Щетинин).

4. Продолжаются исследования фазовых превращений в магнитотвердых сплавах системы Fe–Cr–Co с использованием различных структурных и физических методов. Изучено влияние термической обработки сплавов на температурный коэффициент линейного расширения и температурную стабильность магнитных свойств (А.С. Лилеев, А.С. Перминов, Д.Г. Жуков, А. Абилов, А.А. Жуков, Д.С. Корнилова, Н.С. Тарасова).

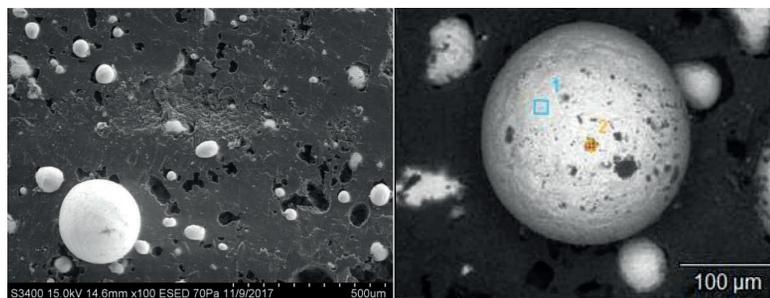
5. Выполнены исследования влияния изгибных напряжений на уровень статических и динамических гистерезисных магнитных свойств углепластиковых композитов с внедренными микропроводами на основе железа. На основе проведенных исследований показано, что значение магнитной индукции композита, достигаемой при квазистатическом намагничивании в поле 500 А/м, зависит от объемной доли углепластика в материале и изменяется в зависимости от величины изгибных напряжений. Кроме того, показано, что коэрцитивная сила частных петель гистерезиса композита не зависит от удельной доли микропроводов в углепластике, но зависит от величины изгибных напряжений. (Е.А. Шуваева, А.В. Миронов, Б.Б. Отеулиев).

6. Разработан феноменологический подход к анализу процессов перемагничивания одноосных высокоанизотропных ферромагнетиков. В частности, разработан алгоритм моделирования процессов перемагничивания в одноосных высокоанизотропных ферромагнетиках на основе соединений редкоземельных металлов с 3d-переходными металлами. На рисунке в качестве иллюстрации приведён пример моделирования доменной структуры в полях меньше (а, в) и больше (б, г) значения коэрцитивной силы при распределении  $H_{кр} = -2240$  кА/м (-28 кЭ) с дисперсией 800 кА/м (10 кЭ) (рис. а, б) и при постоянном значении  $H_{кр} = -2240$  кА/м (рис. в, г). (А.С. Лилеев, В.В. Пинкас).



7. Исследовано влияние азотирования на структуру и магнитные свойства сплавов  $Se_{0,6}Zr_{0,4}Fe_{10}Si_2$  и  $TiFe_{10}Si_2$ . Показано, что около 20 масс. % введенного в сплав азота «остается» в объеме синтезированных образцов в виде нитридов, в том числе нитрида железа  $Fe_8N$ . Образцы, приготовленные методом спиннингования, а также образцы, полученные методом объемного азотирования ( $Si_3N_4$ ) и последующего спиннингования, характеризуются более высокими значениями удельной остаточной намагниченности, по сравнению с выплавленными образцами. (В.П. Менушенков, И.О. Минкова, О.Б. Минков).

8. Изучены закономерности образования боридов и нитридов железа при взаимодействии порошка железа с порошками различных нитридов (BN,  $Si_3N_4$ , AlN). Актуальность нитридов железа обусловлена перспективой использования фазы  $Fe_{16}N_2$  ( $\alpha'$ -фаза) в качестве магнитотвёрдого материала с высокой намагниченностью насыщения (2,3 Тл при 4,2К). Методами РСА, СЭМ и измерений магнитных параметров изучена структура и магнитные свойства сплава на основе железа, полученного в результате взаимодействия железа и порошков нитридов после их смешивания, прессования и термообработки при 1300...1550°C, 3 час в атмосфере азота. Показано, что в результате твердофазной или жидкофазной реакции в процессе спекания образуется керамика, а термообработка приводит к выделению металлических фрагментов из керамической части брикета (рисунок).

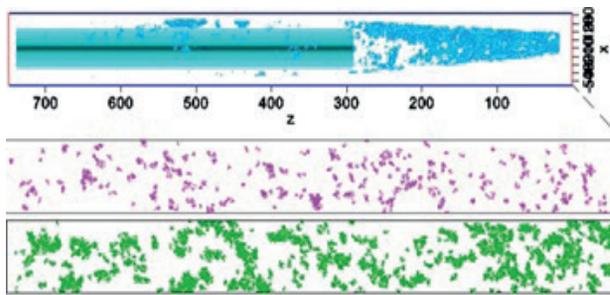


СЭМ-изображения металлических фрагментов после выдержки в атмосфере азота при 1500°C, 15 мин: (а) внешний вид образца; (б) металлический фрагмент сферической формы.

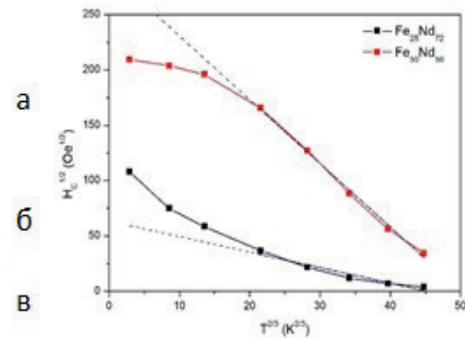
После старения керамики номинального состава Fe + 33 мас.% BN сферические металлические фрагменты имеют состав 50% Fe - 30% N - 20% В. Их микроструктура включает также эвтектическую фазу, располагающуюся между первичными зёрнами железа. Состав боридной фазы в эвтектике изменяется от 9 до 24 ат.% В, что близко к стехиометрии метастабильного соединения  $Fe_3B$ . Микроструктура металлических фрагментов керамики номинального состава Fe + 35 мас.%  $Si_3N_4$  состоит из зёрен фазы Fe-Si, имеющей следующий состав: 17 ат.% Si - 83 ат.% Fe. Микроструктура металлического фрагмента керамики (Fe + 22,5 мас.% AlN) состоит из зёрен фазы на

основе Fe-Al с составом 70 ат.% Fe - 14,5 ат.% Al - 15,5 ат.%N. Полученные металлические фрагменты характеризуются относительно высокой коэрцитивной силой (8-10,3 кА/м), сравнимой с коэрцитивной силой тонких пленок и наноразмерных железных порошков, полученных путем азотирования из газовой фазы. (В.П. Менушенков, И.О. Минкова, О.Б. Минков, А.Г. Савченко).

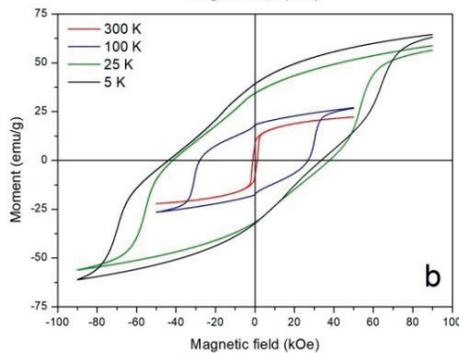
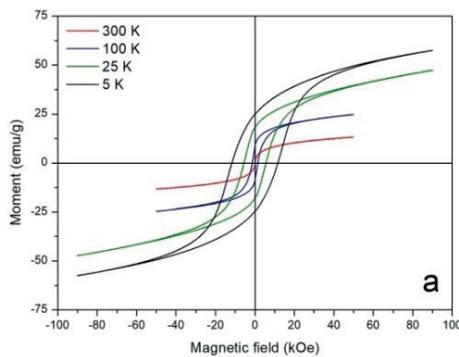
9. Исследованы структура и магнитные свойства быстрозакалённых (БЗ) сплавов  $Fe_xNd_{100-x}$  ( $x = 28, 50$ ), которые обнаруживают магнитотвердые свойства при низких температурах. БЗ расплавов со скоростью 30 м/с привела к формированию аморфоподобной структуре лент  $Fe_xNd_{100-x}$ . При комнатной температуре БЗ ленты обладают низкой коэрцитивной силой ( $H_{ci} = 0,002$  и  $0,118$  Тл для  $x = 28, 50$  соответственно). При понижении температуры от 300 до 5К  $H_{ci}$  увеличивается до 1,2 Тл и 4,38 Тл, соответственно, при этом зависимости  $H_{ci}^{1/2}$  от  $T^{2/3}$  обеих лент в диапазоне 100...250К имеют линейный характер, что согласуется с моделью сильного закрепления доменных стенок (P. Gaunt) и предполагает существование центров закрепления. Атомно-зондовая томография (АЗТ) и результаты ПЭМ показывают, что в аморфоподобной матрице БЗ лент сплавов  $Fe_{28}Nd_{72}$  и  $Fe_{50}Nd_{50}$  присутствуют обогащённые Nd и Fe кластеры (рисунок).



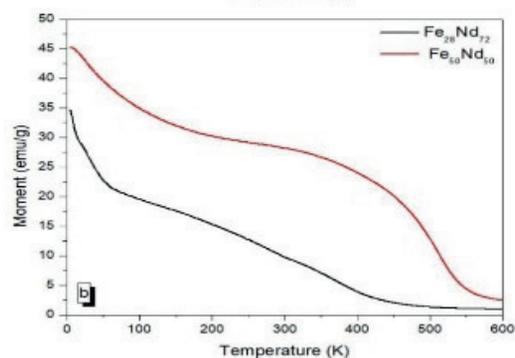
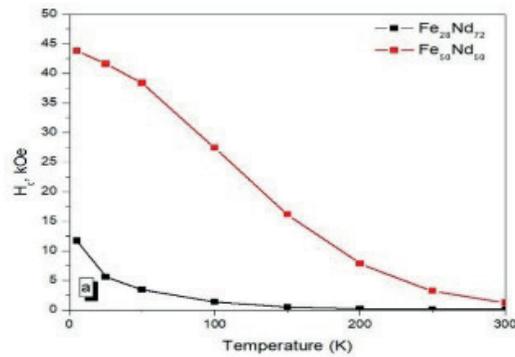
Область АЗТ томографии  $Fe_{28}Nd_{72}$  (а); фиолетовый – кластеры, содержащие более 75 ат. % Fe (б), зеленый – более 98 ат.% Nd (в)



Зависимости  $H_{ci}^{1/2}$  от  $T^{2/3}$  БЗ лент сплавов  $Fe_{28}Nd_{72}$  и  $Fe_{50}Nd_{50}$



Петли гистерезиса при 5...300К для БЗ лент сплавов  $Fe_{28}Nd_{72}$  (а) и  $Fe_{50}Nd_{50}$  (б)



Температурные зависимости  $H_{ci}$  (а) и намагниченности в поле 1 Тл (б) БЗ лент сплавов  $Fe_{28}Nd_{72}$  (а) и  $Fe_{50}Nd_{50}$

Состав матрицы в обеих лентах соответствует составу исходных сплавов.

Состав кластеров, обогащённых Nd, в лентах с  $x = 28$  и  $50$  различен (соответственно 99,8 и 86 ат.% Nd), тогда как обогащённые Fe кластеры имеют состав, соответствующий стехиометрии  $\text{Fe}_5\text{Nd}$  (83,3 ат.% Fe). На термомагнитных кривых  $M(T)$  лент сплавов  $\text{Fe}_{28}\text{Nd}_{72}$  и  $\text{Fe}_{50}\text{Nd}_{50}$  наблюдается ФМ переход при высоких температурах  $T_{C3}$  ( $\approx 450$  и  $540\text{K}$  соответственно), который связан с аморфоподобной матрицей, содержащей  $\approx 28$  и  $\approx 50$  ат.% Fe соответственно. Магнитные переходы при  $T_{C2}$  ( $\approx 55$  и  $120\text{K}$  соответственно) могут быть связаны с обогащёнными Nd нанокластерами, имеющими ГЦК-структуру. Наконец, низкотемпературное магнитное превращение при  $T_{C1}$  ( $\approx 35\text{K}$ ) связано с ФМ упорядочением Nd кластеров, при этом весь объем лент становится ФМ упорядоченным. При температурах ниже  $100\text{K}$  наблюдаются отклонения от линейной зависимости  $H_{ci}^{1/2} = f(T^{2/3})$ : в сторону направления уменьшения для сплава  $\text{Fe}_{50}\text{Nd}_{50}$  и в сторону увеличения – для сплавов  $\text{Fe}_{28}\text{Nd}_{72}$ . (В.П. Менушенков, А.Г. Савченко, О.А. Корчуганова, И.В. Щетинин, М.В. Горшенков, А.А. Алеев, Torben Boll).

10. Выполнены комплексные исследования с использованием методов РСА, ПЭМ, СЭМ, мессбауэровской спектроскопии, ДСК/ТГ-анализа, измерения гистерезисных свойств наноконпозиционных порошков  $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{V}/\alpha\text{-Fe}$  в различных состояниях до и после высокоэнергетического помола, а также после термической обработки длительностью 20 минут в интервале температур  $500 \dots 600^\circ\text{C}$ . Показано, что метод смесей в сочетании с механическим сплавлением (МС) представляется весьма перспективным способом получения высокоэнергетических магнитотвёрдых материалов. В частности, на МС порошках сплава достехиометрического состава  $(\text{Nd}_{17,0}\text{Pr}_{4,5}\text{Fe}_{68,4}\text{Co}_{4,0}\text{Zr}_{5,0}\text{B}_{1,1})$  с 30 % масс. низконеодимового сплава  $\text{Nd}_{14,5}\text{Fe}_{77,1}\text{Co}_{5,0}\text{Ti}_{1,2}\text{Si}_{1,2}\text{B}_{1,0}$  после отжига при температуре  $500^\circ\text{C}$ , 20 мин достигнуты следующие свойства:  $H_{ci} = 443\text{кА/м}$ ,  $\sigma_r = 64\text{А}\cdot\text{м}^2/\text{кг}$ ,  $\sigma_s(2\text{Тл}) = 125\text{А}\cdot\text{м}^2/\text{кг}$  и  $\sigma_r/\sigma_s > 0.5$ . При этом очевидно, что дальнейшая оптимизация режимов и условий как МС, так и кристаллизационного отжига, а также направленное легирование сплавов смеси позволят повысить гистерезисные свойства получаемых наноконпозитивов. (А.Г. Савченко, В.П. Менушенков, А.Ю. Пластинин, И.В. Щетинин, И.Г. Бордюжсин, В.Н. Вербецкий, В.А. Рязанцев, А.И. Рафальский).

11. Изучены структурные аспекты (эволюции структуры) деформационной аморфизации кристаллического сплава  $\text{Ti}_{50}\text{Ni}_{25}\text{Cu}_{25}$  при кручении под высоким давлением (КВД) при комнатной температуре. *In situ* зафиксирована кривая изменения момента кручения в зависимости от величины деформации, что позволило непосредственно наблюдать переход материала из кристаллического состояния в аморфное в ходе КВД. Обнаружено, что аморфизация материала в ходе КВД начинается на границах зерен и фрагментов кристаллической фазы. Аморфизированные границы образуют «зернограничный каркас», в ячейках которого располагается высокодефектная нанокристаллическая фаза. Рост величины деформации приводит к уширению «зернограничного» каркаса, потере устойчивости кристаллической фазы и, вследствие этого, к фазовому переходу «кристалл  $\rightarrow$  аморфное состояние». (А.М. Глезер, Р.В. Сундеев, А.В. Шалимова, Е.А. Печина, М.В. Горшенков).

12. Выполнены исследования по синтезу и изучению влияния механоактивационной обработки (МА) на структуру и магнитные свойства порошков нитридов  $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17-x}\text{Al}_x\text{N}_y$ . Установлено, что внедрение азота в псевдобинарные сплавы  $\text{Sm}_2(\text{Fe,Al})_{17}$  вызывает монотонное увеличение периодов решетки и одновременное уменьшение значений  $\sigma_s$ . МА продуктов азотирования выявила различную природу их магнитного поведения в зависимости от концентрации Al в сплавах. При низких содержаниях Al (18,6 ат. %) МА приводит к повышению  $H_c$  при одновременном снижении значений  $\sigma_s$  и уменьшении среднего размера частиц. При высоких содержаниях Al (38,3 ат. %)  $H_c$  сплава Sm-Fe-N после МА также возрастает, но, одновременно, возрастает и  $\sigma_s$ . В целом же, увеличение содержания Al в сплавах Sm-Fe-N приводит к снижению их гистерезисных характеристик после МА. (А.Г. Савченко, В.Н. Вербецкий, С.В. Веселова, К.Н. Денисова, А.Н. Васильев).

#### Основные публикации

1. Glezer A.M., Timshin I.A., Shchetinin I.V., Gorshenkov M.V., Sundeev R.V., Ezhova A.G. – Unusual behavior of long-range order parameter in  $\text{Fe}_3\text{Al}$  superstructure under severe plastic deformation in Bridgman anvils // Journal of Alloys and Compounds. 2018. Vol.744. P.791-796.

2. Grebennikov I.S., Savchenko A.G., Zaytseva M.P., Muradova A.G., Yurtov E.V. – Structure and Magnetic Properties of Nanopowders of Iron Oxides and Hybrid Nanopowders of the Core–Shell Type Based on Them // *Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics*. 2018. Vol.82 (9). P. 1222-1231.
3. Efremova M.V., V.A. Naumenko, M. Spasova, A.S. Garanina, M.A. Abakumov, A.D. Blokhina, P.A. Melnikov, A.O. Prelovskaya, M. Heidelmann, Z. Li, Z. Ma, I.V. Shchetinin, Y.I. Golovin, I.I. Kireev, A.G. Savchenko, V.P. Chekhonin, N.L. Klyachko, M. Farle, A.G. Majouga, U. Wiedwald – Magnetite-Gold nanohybrids as ideal all-in-one platforms for theranostics // *Sci. Rep.* 2018, vol. 8, 11295 (19 pp.).
4. Lileev A.S., Pinkas V.V., Voronchikhina K.V., Gunbin A.V. – Reversible Changes of Coercive Force in Sm – Co – Cu – Fe – Zr Alloy for Permanent Magnets Under Cyclic Heat Treatment // *Metal Science and Heat Treatment*. 2018. Vol.60 (43684). P.489-493.
5. Menushenkov V.P., Menushenkov A.P., Shchetinin I.V., Wilhelm F., Ivanov A.A., Rudnev I.A., Ivanov V.G., Rogalev A., Savchenko A.G., Zhukov D.G., Rafalskiy A.V., Ketov S.V. – XMCD and TEM studies of as-cast and rapidly quenched Fe<sub>50</sub>Nd<sub>50</sub> alloys // *Journal of Physics: Conf. Series*. 2018. Vol.941(1). 12072 p.
6. Minkova I.O., Menushenkov V.P., Savchenko E.S., Zheleznyi M.V. – Effect of Bulk Nitriding on Magnetic Properties of Iron // *Metal Science and Heat Treatment*. 2018. Vol.60 (43684). P.539-543.
7. 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 // *Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics*. 2018. Vol.82 (9). P.1214-1221.
8. 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 // *Langmuir*, 2018, vol. 34 (15), p. 4640-4650. doi: 10.1021/acs.langmuir.
9. T.R. Nizamov, A. S. Garanina, I. S. Grebennikov, O. A. Zhironkina, O. S. Strelkova, I. B. Alieva, I. I. Kireev, M. A. Abakumov, A. G. Savchenko, A. G. Majouga – Effect of Iron Oxide Nanoparticle Shape on Doxorubicin Drug Delivery Toward LNCaP and PC-3 Cell Lines // *BioNanoScience*, 2018, vol. 8, p. 1578 (12 pp.). 10.1007/s12668-018-0502-y
10. Savchenko A.G., Menushenkov V.P., Plastinin A.Y., Shchetinin I.V., Rafal'skii A.I., Bordyuzhin I.G., Ryazantsev V.A., Verbetskii V.N. – Phase Composition and Magnetic Properties of Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B/ $\alpha$ -Fe Nanocomposites Prepared by Mechanical Alloying // *Russian Metallurgy (Metally)*. 2018. No 4. P.354-358.
11. Shuvaeva E., S. Kaloshkin, M. Churyukanova e.a. – The impact of bending stress on magnetic properties of Finemet type microwires and ribbons // *J. Alloys and Compounds*. 2018. V. 743. P. 388-393
12. Strugova D.V., Zadorozhnyy M.Y., Berdonosova E.A., Yablokova M.Y., Konik P.A., Zheleznyi, M.V., Semenov D.V., Milovzorov G.S., Padaki M., Kaloshkin S.D., Zadorozhnyy V.Y., Klyamkin S.N. – Novel process for preparation of metal-polymer composite membranes for hydrogen separation // *International Journal of Hydrogen Energy*. 2018. Vol.43 (27). P.12146-12152.
13. Zadorozhnyy V.Y., Shelekhov E.V., Milovzorov G.S., Strugova D.V., Zinnurova L.K. – Analysis of the Background Temperature During the Mechanical Alloying of Metal Powders in the Planetary Ball Mill // *Inorganic Materials: Applied Research*. 2018. Vol.9 (4). P.559-565.
14. 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 Nd<sub>1-x</sub>Ce<sub>x</sub>(Fe<sub>0.75</sub>Co<sub>0.25</sub>)<sub>11</sub>Ti (x = 0-0.3) based alloys after annealing // *Journal of Physics: Conference Series*. 2018. Vol.1134 (1). 12074 p.
15. Zhukov D.G., Shubakov V.S., Zhukova E.Kh., Gorshenkov M.V. – Phase transformation in rapidly quenched Fe-Cr-Co-Mo-Ti-Si-B alloys // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2018. Vol.327 (3). 32062 p.

**Другие показатели деятельности кафедры**

**Участие в конференциях**

1. 27<sup>th</sup> International Conference on Metallurgy and Materials (METAL'2018). May 23–25, 2018. Hotel Voronez I, Brno (Республика Чехия).

2. XXIII Международная конференция «Новое в магнетизме и магнитных материалах» (HMMM- XXIII), 30 июня – 5 июля 2018 г., МИРЭА, г. Москва.

3. 25<sup>th</sup> International Symposium on Metastable, Amorphous and Nanostructured Materials (ISMANAM 2018). July 2 - 6, 2018, Rome, Italy.

4. 25<sup>th</sup> International Workshop on Rare-Earth and Future Permanent Magnets and Their Applications (REPM2018), Peking University, Beijing, China, August 26-30, 2018.

5. International Conference on Nanomedicine and Nanobiotechnology (ICONAN2018), September 26-28, 2018, Rome, Italy.

6. VII Международная конференция с элементами научной школы для молодёжи «Функциональные наноматериалы и высокочистые вещества», 1-5 октября, г. Суздаль, Владимирская обл.

7. 3<sup>rd</sup> International Conference on Magnetism and Magnetic Materials. October 22-23, 2018. Rome, Italy.

8. 1-ая международная конференция по композитам «Advance in Composite Science and Technologies». Москва, МГТУ имени Н.Э. Баумана, 5-8 декабря 2018 г.

### 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»



Вибромагнитомер VSM-250 фирмы LDJ, Китай



Вакуумная печь сопротивления BS-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



«Много граней у кристаллов,  
Блеск, включения, прозрачность.  
И волнуют ум пытливым  
Цвет, и форм неоднозначность»  
*В. Слётов*



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

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

В 2015 году ИЛМЗ прошла очередную аккредитацию (Аттестат №ААС.А.00038) в **Органе по аккредитации ААЦ «Аналитика», являющемся полноправным членом и участником Международного Соглашения о взаимном признании ИЛАС и APLAC**. Срок действия аттестата аккредитации – 06 февраля 2020 г. В декабре 2018 г. – успешно прошла ежегодный инспекционный контроль со стороны ААЦ «Аналитика».

**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 испытываемых 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 наноэлектроники.

*ИЛМЗ является первой, независимой от производителей и потребителей продукции «третьей стороной» и пока остается единственной в России лабораторией с подобной областью аккредитации.*

**Кадровый потенциал:** В лаборатории работают специалисты, имеющие многолетний опыт проведения испытательных работ в аккредитованной лаборатории соответствии с областью аккредитации. В настоящее время в штате лаборатории 6 сотрудников, 5 на постоянных 3,75 ставках, из них 3 кандидата наук. Средний возраст сотрудников – 40 лет.

**Результаты деятельности лаборатории:**

1. Испытательные работы

В 2018 году в лаборатории проводились испытания по МВИ, включенным в область аккредитации. На 31.12.2018 г. выдано Протоколов **измерений - 148** (из них студентам и аспирантам - **17**), Протоколов **испытаний** (полный отчет о проведенных измерениях) – **33**.

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 хоздоговорных и бюджетных работ

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

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-2017-056 «Разработка новых сцинтилляторов на основе смешанных кристаллов сложных оксидов для применения в качестве чувствительных элементов позитронно-эмиссионных томографов» под руководством ведущего ученого Спасского Дмитрия Андреевича. – **1,2 млн. руб.**

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 «Не разрушающие методы испытания кристаллов». Для проведения лабораторных работ используются уникальные методики выполнения измерений, разработанные в ИЛМЗ.

В 2018 г. ведущему инженеру ИЛМЗ Забелиной Евгении Викторовне присвоена степень кандидата физико-математических наук по **специальности 01.04.07 «Физика конденсированного состояния»**. Защита состоялась в мае 2018 г.

**Основные публикации**

1. Kozlova N.S., Buzanov O.A., Kozlova A.P., Zabelina E.V., Goreeva Zh.A., Didenko I.S., Kasimova V.M., Chernykh A.G. Optical Properties and Microdefects in CaMoO<sub>4</sub> Single Crystals // Crystallography Reports. – 2018. – V. 63. – No. 2. – P. 216–221.

2. Касимова В.М., Бузанов О.А., Козлова Н.С., Козлова А.П. Влияние солегирующих примесей на оптические свойства кристаллов Gd<sub>3</sub>Al<sub>2</sub>Ga<sub>3</sub>O<sub>12</sub> : Ce // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения.- 2018. – т.18. – №1.- С.42-45

3. Kozlova N.S., Buzanov O.A., Kasimova V.M., Kozlova A.P., Zabelina Ev.V. Optical Characteristics of Single Cristal Gd<sub>3</sub>Al<sub>2</sub>Ga<sub>3</sub>O<sub>12</sub> : Ce // Modern Electronic Materials. – 2018. – V. 4. – No. 1. – P. 7–12.

4. Oleg A. Buzanov, Nina S. Kozlova, Anna P. Kozlova, Evgeniya V. Zabelina, Alexander E. Blagov, Ian A. Eliovich, Anton G. Kulikov and Anton V. Targonskiy, Crystal growth and optical properties of Ca<sub>3</sub>TaGa<sub>3</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>14</sub> single crystals // Japanese Journal of Applied Physics, Volume 57, Number 11S, p.11UD08-1 – 11UD08-4

5. N.S. Kozlova, E.V. Zabelina, I.S. Didenko, A.P. Kozlova, Zh.A. Goreeva, Investigation of Dichroism by Spectrophotometric Methods // Application note, Agilent Technologies, Inc. 2018 Printed in the USA, November 19, 20185994-0053EN

6. Kozlova N.S., Kozlova A.P., Zabelina E.V., Goreeva Zh.A., Didenko I.S. Optical Characteristics and Thickness of 2-layered Structures. Refractive index and film thickness measured using a Cary 5000 with UMA accessory // Application note. Agilent Technologies, Inc. 2018 Printed in the USA, November 30, 20185994-0558EN

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

**Конференции:** количество конференций, в которых с докладами принимали участие сотрудники лаборатории – 5 (из них 5 докладов устных).

1. 2018 ISAF-FMA-AMF-AMEC-PFM Joint Conference (IFAAP 2018), 27.05-01.06.2018, Hiroshima, Japan.

2. III Байкальский материаловедческий форум. 2018. Бурятия. 9–15/07/2018 г. (г. Улан-Удэ и оз. Байкал, с. Горячинск).

3. ICOM 2018 The 5th International Conference on the Physics of Optical Materials and Devices. Igalo, Montenegro, 27-31/08/2018.

4. ALT 2018 International Conference Advanced Laser Technologies. Terragona, Spain, 9-14/09/2018.

5. ECCG6 The 6th European Conference on Crystal Growth, 16-20/09/2018, Varna, Bulgaria.

#### **Профориентационная работа**

1. Разработана дополнительная профессиональная программа повышения квалификации «Исследования материалов методами оптической спектроскопии. Теория и практика» и проведено обучение для профессорско-преподавательского состава МИЭТ в объеме 36 академических часов (ноябрь-декабрь 2018 г).

2. 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

## МЕЖКАФЕДРАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ МКЛ «НАНОМАТЕРИАЛЫ»

**Сазонов Юрий Борисович**

Заведующий лабораторией,

доцент кафедры металловедения и физики прочности, кандидат технических наук



Межкафедральная лаборатория МКЛ «Наноматериалы» была образована в институте Новых материалов и нанотехнологий Национального исследовательского технологического университета «МИСиС» и работает с 2007 года.

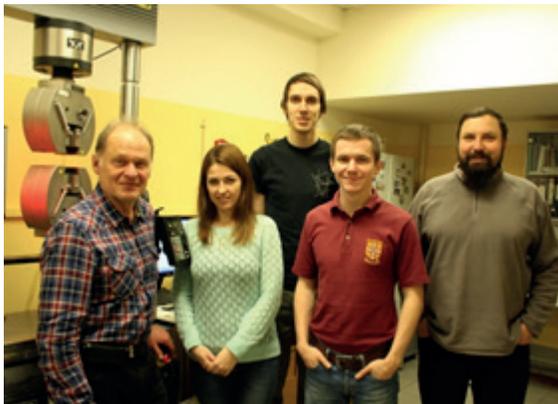
В настоящее время на балансе лаборатории находится 65 единиц аналитического и технологического исследовательского оборудования, которое обслуживается сотрудниками лаборатории (в состав лаборатории входит 4 сотрудника).

МКЛ «Наноматериалы»; прошла процедуру аккредитации на техническую компетентность в Системе аккредитации аналитических лабораторий РФ (аттестат аккредитации № ААС.А.00074) и международную аккредитацию в Accreditation of Analytical Centers “Analitica”.

Лаборатория решает широкий спектр материаловедческих и учебных задач:

- Задачи, связанные с разработкой новых материалов (технологий) и испытанием различных видов конструкционных материалов.
- Проведение и аппаратурно-аналитическое обеспечение фундаментальных и прикладных исследований, НИР и ОКР.
- Проведение независимой металловедческой и материаловедческой экспертизы с целью выявления причин разрушения конструкций и изделий.
- Идентификация конструкционных материалов (определение химического состава и подбор марки) и проверка их соответствия требованиям нормативных документов.
- Проведение механических испытаний в соответствии с требованиями международных стандартов и стандартов РФ: растяжение, сжатие, изгиб, трещиностойкость, кручение, твердость, ударная вязкость, циклические и трибологические испытания, ползучесть и длительная прочность. Возможно проведения испытаний при различных температурах: от – 90 до + 1200 °С.
- Микроскопия: количественная оптическая, сканирующая, просвечивающая, зондовая.
- Проведение химического и фазового анализа.
- Проведение неразрушающего контроля конечных изделий.
- Полный цикл пробоподготовки и изготовление образцов для механических испытаний и структурных исследований.
- Проведение материаловедческих испытаний и исследований связанных с выполнением студенческих курсовых, дипломных, а также аспирантских работ.

За время работы лаборатории приобретен большой опыт проведения различного рода экспертиз по обращению как российских, так и иностранных компаний. Лаборатория неоднократно аттестовывалась российскими и иностранными компаниями на компетентность при проведении экспертизы и всегда проходила успешно проверку. Практически все обращения в адрес НИТУ «МИСиС» с просьбой о проведении экспертизы или решении сложных материаловедческих и технологических задач направляются в адрес лаборатории. Количество таких обращений в адрес лаборатории - от нескольких до десятков в месяц. И на все обращения готовится квалифицированный ответ. За время работы лаборатории не



было ни одного случая рекламации по результатам представленных лабораторией заключений. В число заказчиков проведения экспертиз входят: МВД РФ, ФСБ РФ, ООО «ЛУКОЙЛ», РЖД, Центральная пассажирская компания, Эриэл нефтегаз, Марубени, ООО «Промтехнология», ОАО «Северсталь», ОАО «Курильнефтегаз сервис», АО «Трест Гидромонтаж», АО «Мосводоканал», ОАО «ВНИИИМ», ООО «Газпромнефть-Сахалин», ООО НПО «ИРЭ-Полюс», Ассоциация «Химмаш» и многие другие металлургические и машиностроительные предприятия. В 2018 году в лаборатории были проведены работы, финансируемые за счет бюджета на сумму 20 млн. руб. и хозяйственные работы на сумму 5,12 млн. рублей.

По результатам исследований и работ, выполненных сотрудниками лаборатории в 2018 году с использованием закрепленного оборудования подготовлено 12 публикаций в высоко рейтинговых журналах в том числе 6 входящих в Q1.:

1. HIGH-ENERGY BALL MILLING OF Al-Cu-Fe QUASICRYSTAL-REINFORCED COMPOSITE POWDERS BASED ON POLYPHENYLENE SULFIDE Chukov, D. I.; Stepashkin, A. A.; Olifirov, L. K.; Tcherdyntsev, V. V.; Kaloshkin, S. D. COMPOSITES-MECHANICS COMPUTATIONS APPLICATIONS - 2018. v.9., - 95-117

2. Controlling thermal conductivity of high density polyethylene filled with modified hexagonal boron nitride (hBN) Muratov, Dmitry S.; Stepashkin, Andrey A.; Anshin, Sergey M.; Kuznetsov, Denis V. JOURNAL OF ALLOYS AND COMPOUNDS – 2018 – v/ 735 – p. 1200-1205

3. Carbonized elastomer based composites filled with carbon fillers and silicon carbide Stepashkin, Andrey A.; Chukov, Dilyus I.; Kaloshkin, Sergey D.; Pyatov, Ivan S.; Deniev, Magomed Ya. MATERIALS LETTERS – 2018 – v.215 –p.288-291

4. Carbonised composite materials based on elastomers filled with carbon nanofillers Stepashkin, Andrey A.; Chukov, Dilyus I.; Kaloshkin, Sergey D.; Pyatov, Ivan S.; Deniev, Magomed Ya. MICRO & NANO LETTERS -2018 – v. 13 –t.3 –p. 588-590

5. Mechanical Properties and Chemical Resistance of New Composites for Oil Pump Impellers Chukov, Dilyus I.; Stepashkin, Andrey A.; Salimon, Alexey I.; Kaloshkin, Sergey D.; Pyatov, Ivan S. APPLIED SCIENCES-BASEL – 2018 –v. 8

6. Non-contact method for stress monitoring based on stress dependence of magnetic properties of Fe-based microwires Churyukanova, M.; Kaloshkin, S.; Shuvaeva, E.; Stepashkin, A.; Zhdanova, M.; Aronin, A.; Aksenov, O.; Arakelov, P.; Zhukova, V.; Zhukov, A. JOURNAL OF ALLOYS AND COMPOUNDS - 2018 -v. 748 - p199-205

7. Structure and properties of composites based on polyphenylene sulfide reinforced with Al-Cu-Fe quasicrystalline particles Chukov, D. I.; Stepashkin, A. A.; Tcherdyntsev, V. V.; Olifirov, L. K.; Kaloshkin, S. D. JOURNAL OF THERMOPLASTIC COMPOSITE MATERIALS -2018 -v.31 -t.7 -p. 882-895

8. Criteria for Evaluating the Fracture Toughness of Carbon-Carbon Composite Materials Stepashkin, A. A.; Ozherelkov, D. Yu.; Sazonov, Yu. B.; Komissarov, A. A. METAL SCIENCE AND HEAT TREATMENT -2018 -v.60 - -t.3-4 -p. 266-272

9. Thermal properties of carbonized composite materials based on carbon filled elastomeric matrices Stepashkin, Andrey A.; Chukov, Dilyus, I.; Zadorozhnyy, Mikhail Yu; Kaloshkin, Sergey D.; Pyatov, Ivan S.; Deniev, Magomed Ya INTERNATIONAL JOURNAL OF MATERIALS RESEARCH -2018 -v.109 -p. 771-778

10. 3D-printed PEEK-carbon fiber (CF) composites: Structure and thermal properties Stepashkin, A. A.; Chukov, D. I.; Senatov, F. S.; Salimon, A. I.; Korsunsky, A. M.; Kaloshkin, S. D. COMPOSITES SCIENCE AND TECHNOLOGY -2018 -v. 164 -p.319-326

11. Highly filled elastomeric matrix composites: Structure and property evolution at low temperature carbonization Chukov, D., I; Stepashkin, A. A.; Salimon, A., I; Kaloshkin, S. D. MATERIALS & DESIGN -2018 -v.156 - p.22-31

12. Fracture toughness evolution of a carbon/carbon composite after low-cycle fatigue Stepashkin, A. A.; Ozherelkov, D. Yu; Sazonov, Yu B.; Komissarov, A. A. ENGINEERING FRACTURE MECHANICS -v.206 -p.442-451

В 2018 году была подготовлена и успешно защищена кандидатская диссертация сотрудника лаборатории Д.Ю. Ожерелкова (научный руководитель - заведующий лабораторией Сазонов Ю.Б.)

В 2018 году с использованием оборудования лаборатории и при участии ее сотрудников было подготовлено 18 дипломных работ бакалавров и 26 магистерских выпускных квалификационных работ.

Лаборатория проводит обслуживание студентов и сотрудников НИТУ «МИСиС», за 2018 г. было выполнено 350 испытаний для студенческих, аспирантских и научных работ сотрудников университета.

Престиж НИТУ «МИСиС» складывается из многих составляющих, и одно из главных – это высокий уровень компетентности сотрудников и наличие современного исследовательского оборудования. Всем этим в настоящее время обладает лаборатория МКЛ «Наноматериалы». Но этот уровень необходимо постоянно поддерживать, и прежде всего за счет подтверждения аккредитации лаборатории, поддержания в рабочем состоянии оборудования и квалификации сотрудников.

Созданная структура – лаборатория МКЛ «Наноматериалы» - работоспособна и эффективна.

Лаборатория вносит свой вклад в престиж НИТУ «МИСиС», как в учебную работу (при лаборатории успешно функционируют научно-учебные центры: МИСиС-INSTRON и МИСиС – NATIONAL INSTRUMENTS), так и в научно-исследовательскую составляющую (проведение высококвалифицированных испытаний и решение экспертных задач).

### **Контакты**

**Сазонов Юрий Борисович** – заведующий МКЛ «НАНОМАТЕРИАЛЫ», канд. техн. наук

**Тел.:** 8 (495) 638-46-20, (495) 638 45 81

**Сайт:** <https://www.mklnano.ru/>

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

**Щетинин Игорь Викторович**

Заведующий лабораторией, кандидат технических наук



### Общая информация о лаборатории

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 новейшее уникальное оборудование по рентгеноструктурному анализу и исследованию физических свойств материалов и многолетний опыт сотрудников, передававшийся со времен основания кафедр рентгенографии и физики металлов Я.С. Уманским (1944 г.) и металлографии – И.Л. Миркиным (1931 г.).

Сегодня лаборатория находится под руководством заведующего лабораторией – к.т.н. И.В. Щетинина, научный руководитель – заведующий кафедрой физического материаловедения, к.ф.-м.н. А.Г. Савченко.

### Основными направлениями деятельности лаборатории

- обучение студентов и аспирантов – повышение эффективности и качества подготовки и переподготовки специалистов, бакалавров, магистров;
- обучение, переподготовка и повышение квалификации специалистов научно-исследовательских и производственных организаций;
- научно-исследовательская деятельность, в том числе, совершенствование, разработка и продвижение (в кооперации с институтами-партнерами) рентгеноструктурных методик анализа существующих и новых материалов – совместное участие в конкурсах на выполнение НИОКР в рамках федеральных, региональных и ведомственных целевых программ, программ государственных академий наук, национальных и международных исследовательских фондов;
- поддержка и консультация компаний в области применения рентгеновской дифрактометрии для характеристики материалов в целях совершенствования технологий их производства.

### Кадровый потенциал

В лаборатории работают 3 ведущих инженера, из них 2 являются аспирантами кафедры физического материаловедения и кафедры теоретической физики и квантовых технологий.

### Научно-исследовательская работа

В 2018 г. на базе лаборатории выполнена хозяйственная работа с ОАО «Волжский абразивный завод» и темой: «Исследование формирования структуры в системе Si-C-N-O»; с Минобрнауки РФ по гранту Президента с темой: «Исследование закономерностей формирования структуры и магнитных свойств новых магнитотвердых сплавов на основе системы (R, Zr) (Fe,Co)<sub>11.5</sub>Ti<sub>0.5</sub>N<sub>x</sub> (где R = Nd, Ce), полученных методами экстремальных воздействий»; с РФФИ с темой: «Нанокмпозиционные магнитотвердые материалы на основе фазы R<sub>2</sub>Fe<sub>17</sub>N<sub>x</sub> с повышенными гистерезисными характеристиками, полученные методами экстремальных воздействий».

В рамках выполнения бакалаврских и магистерских работ проведены исследования влияния способов получения на структурное состояние и магнитные свойства сплавов на основе соединения NdFe<sub>11</sub>Ti, полученных методами дуговой плавки, длительного отжига, закалки из жидкого состояния, азотирования. Показано, что длительный высокотемпературный отжиг и закалки из жидкого состояния формируют, с точки зрения фазового состава, эквивалентные состояния. Однако размер зерен полученных состояний различается на три порядка, что приводит к более высоким гистерезисным характеристикам в плавах после закалки из жидкого состояния и азотирования. В результате проведенных исследований апробированы способы и режимы

получения соединений  $\text{NdFe}_{11}\text{Ti-NdFe}_{11}\text{TiN}$ : выплавка, гомогенизирующий отжиг, закалка из жидкого состояния, азотирование. Показано, что гомогенизирующей отжиг при температуре  $1100\text{ }^\circ\text{C}$  в течение 168 ч позволяет получить однофазное состояние с фазой структурного типа  $\text{ThMn}_{12}$ . В результате закалки из жидкого состояния сплава также получено практически однофазное состояние (97 %) без применения длительных отжигов, при этом размер зерен фазы  $\text{NdFe}_{11}\text{Ti}$  составил порядка 150 нм. Показано, что азотирование сплава приводит к повышению основных магнитных гистерезисных свойств. Максимальные магнитные гистерезисные свойства получены с использованием комбинации методов закалки из жидкого состояния и азотирования:  $H_c = 1053\text{ Э}$ ,  $\sigma_r = 46\text{ А}\cdot\text{м}^2/\text{кг}$ ,  $\sigma_s = 139\text{ А}\cdot\text{м}^2/\text{кг}$ .

В рамках проведения научно-исследовательской работы исследованы наноконпозиционные материалы на основе модификации  $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$ , полученные методом плазмодинамического синтеза. В результате исследований установлены параметры синтеза позволяющие получать до 90% модификации  $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$ , на рисунке 1 представлены исследования методом ПЭМ данных материалов. Результаты измерения петель магнитного гистерезиса образца с максимальным содержанием  $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$  (90%) при 5 и 300 К в полях до 90 кЭ представлены на рисунке 2 вместе с результатами измерения гистерезисных характеристик. Петли магнитного гистерезиса имеют характерный перегиб, который может быть связан с наличием многофазного состояния. Компонента 1 имеет низкие значения гистерезисных характеристик и может быть отнесена к присутствующему магнетиту. Используя намагниченность насыщения компоненты 1 и отнеся ее к известной намагниченности насыщения  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  ( $92\text{ А}\cdot\text{м}^2/\text{кг}$ ) было оценено содержание магнетита, которое составило около 2.5%. Присутствие магнетита в выделенной фракции с максимальным содержанием  $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$  вполне допустимо, что подтверждается данными СЭМ, на фотографиях которых наблюдаются сферические частицы, отнесенные к структуре  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Компонента 2 обладает высокой коэрцитивной силой на уровне 5.8 кЭ, намагниченность насыщения  $17.89\text{ А}\cdot\text{м}^2/\text{кг}$  и отсутствием насыщения в полях до 90 кЭ. Отсутствие насыщения подтверждает присутствию высокоанизотропной фазы  $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$ , пересчет намагниченности насыщения показал, что намагниченность  $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$  в поле 90 кЭ составляет  $\approx 20\text{ emu/g}$ , что согласуется с литературными данными. Низкие значения коэрцитивной силы объясняются наличием широкого распределения частиц по размерам и присутствием частиц с размерами больше размера однодоменного состояния.

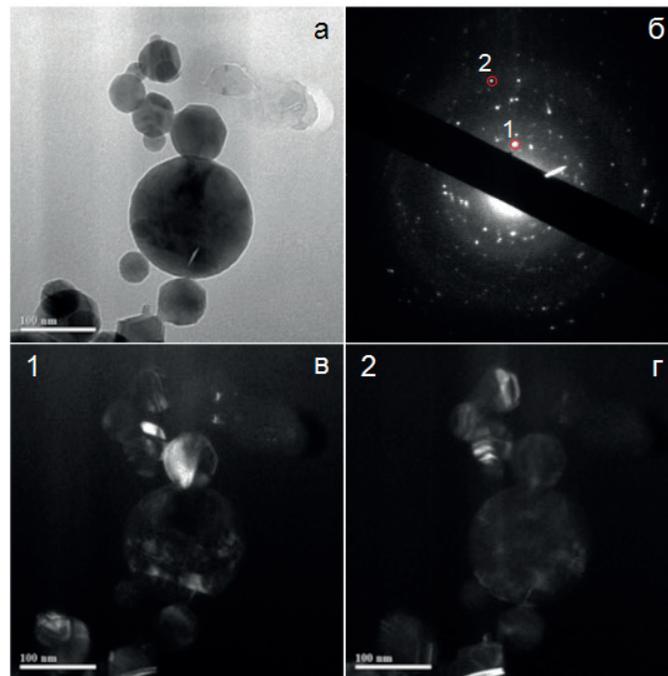


Рисунок 1 – Результаты исследования методом ПЭМ материалов с содержанием  $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$  до 90 %: а) светлопольное изображение; б) дифракционное изображение; в, г) темнопольные изображения

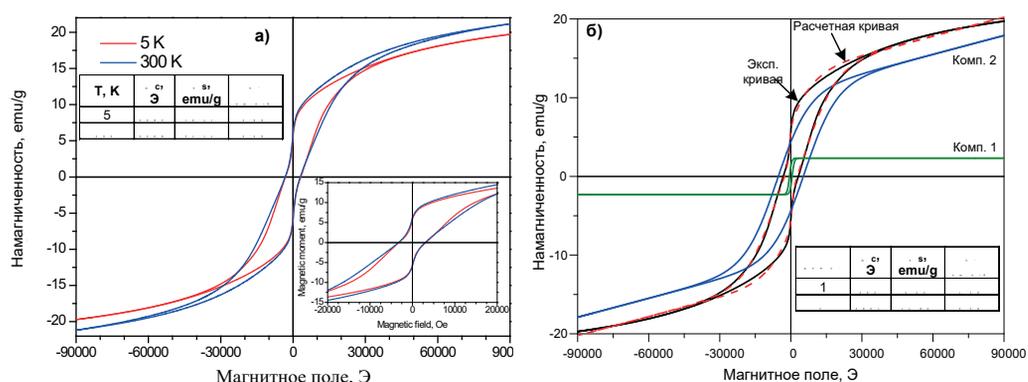


Рисунок 2 - Петли магнитного гистерезиса образца с максимальным содержанием  $\epsilon$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$  при 5 и 300 К (а) и результаты разложения петли магнитного гистерезиса для образца с максимальным содержанием  $\epsilon$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$  при 300 К (б)

#### Основные публикации:

— Bondarev A.V., Kvashnin D.G., **Shchetinin I.V.**, Shtansky D.V. Temperature-dependent structural transformation and friction behavior of nanocomposite VCN-(Ag) coatings (2018) *Materials and Design*, 160, pp. 964-973.

— 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  $\text{Nd}_{1-x}\text{Ce}_x(\text{Fe}_{0.75}\text{Co}_{0.25})_{11}\text{Ti}$  ( $x = 0-0.3$ ) based alloys after annealing. (2018) *Journal of Physics: Conference Series*, 1134 (1), статья № 012074.

— 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.

— Lyange M.V., Sokolovskiy V.V., Taskaev S.V., Karpenkov D.Y., Bogach A.V., **Zheleznyi M.V.**, **Shchetinin I.V.**, Khovaylo V.V., Buchelnikov V.D. Effect of disorder on magnetic properties and martensitic transformation of Co-doped Ni-Mn-Al Heusler alloy (2018) *Intermetallics*, 102, pp. 132-139.

— Popov V.V., Menushenkov A.P., Gaynanov B.R., Ivanov A.A., d'Acapito, F., Puri A., **Shchetinin I.V.**, **Zheleznyi M.V.**, Berdnikova M.M., Pisarev A.A., Yastrebtssev A.A., Tsarenko N.A., Arzhatkina L.A., Horozova O.D., Rachenok I.G., Ponkratov K.V. Formation and evolution of crystal and local structures in nanostructured  $\text{Ln}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$  ( $\text{Ln} = \text{Gd-Dy}$ ) (2018) *Journal of Alloys and Compounds*, 746, pp. 377-390.

— Romankov S., Park Y.C., **Shchetinin I.V.** Structural transformations in (CoFeNi)/Ti nanocomposite systems during prolonged heating (2018) *Journal of Alloys and Compounds*, 745, pp. 44-54.

— Golovchanskiy I.A., Abramov N.N., Stolyarov V.S., **Shchetinin I.V.**, Dzhumaev P.S., Averkin A.S., Kozlov S.N., Golubov A.A., Ryazanov V.V., Ustinov A.V. Probing dynamics of micro-magnets with multi-mode superconducting resonator (2018) *Journal of Applied Physics*, 123 (17), статья № 173904.

— Glezer A.M., Timshin I.A., **Shchetinin I.V.**, Gorshenkov M.V., Sundeev R.V., Ezhova A.G. Unusual behavior of long-range order parameter in  $\text{Fe}_3\text{Al}$  superstructure under severe plastic deformation in Bridgman anvils (2018) *Journal of Alloys and Compounds*, 744, pp. 791-796.

— 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.

— Martynenko N.S., Lukyanova E.A., Serebryany V.N., Gorshenkov M.V., **Shchetinin I.V.**, Raab, G.I., Dobatkin, S.V., Estrin, Y. Increasing strength and ductility of magnesium alloy WE43 by equal-channel angular pressing (2018) *Materials Science and Engineering A*, 712, pp. 625-629.

— Menushenkov A.P., Savchenko A.G., Ivanov V.G., Ivanov A.A., **Shchetinin I.V.**, Menushenkov V.P., Rudnev I.A., Rafal'skii A.V., Zhukov D.G., Platunov M., Wilhelm F., Rogalev

A. Effect of nitrogenation and hydrogenation on the magnetic properties and structure of the  $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}$  alloy: Analysis of XMCD data (2018) JETP Letters, 107 (4), pp. 228-232.

– Koshelev A.V., Zakharov K.V., Pyatakov A.P., Shvanskaya L.V., **Shakin A.A.**, Volkova O.S., Chareev D.A., Kamusella S., Klauss H.-H., Molla K., Rahaman B., Saha-Dasgupta T., Vasiliev A.N. Spin-Order-Induced Ferroelectricity and Magnetoelectric Effect in  $\text{LiCuFe}_2(\text{VO}_4)_3$  (2018) Physical Review Applied, 10 (3), статья № 034008.

В 2018 г. сотрудники лаборатории участвовали в 4-х международных конференциях с докладами.

**Награды и достижения:**

– Заведующий лабораторией И.В. Щетинин стал победителем конкурса РФФИ «Проведение исследований научными группами под руководством молодых ученых».

– Заведующий лабораторией И.В. Щетинин отмечен сертификатом журнала Journal of Alloys and Compounds 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

## НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

**Ховайло Владимир Васильевич**  
Заместитель директора по научной работе,  
доктор физико-математических наук, профессор



### Общая информация

Научно-образовательный центр энергоэффективности был создан шесть лет назад, в 2012 г. За прошедшее время сотрудники Центра разработали и внедрили в учебный процесс ряд новых образовательных курсов для специалистов в области энергоэффективных материалов и технологий. В частности, были разработаны курсы лекций «Энергоэффективные материалы и технологии» и «Наноструктурные термоэлектрики». Наряду с учебным процессом, сотрудники Центра принимают активное участие в выполнении научно-исследовательских работ в области исследований и разработок новых функциональных материалов и в оказании проектных, сервисных, консалтинговых и информационных услуг в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

### Основные научные направления деятельности

Основными направлениями научных исследований, проводимых сотрудниками Центра, являются

- разработка наноструктурных термоэлектрических материалов с повышенной термоэлектрической добротностью;
- синтез и исследование структурных, магнитных и термоэлектрических свойств новых металлооксидных соединений и полимер-матричных композитных материалов;
- исследование структурных и магнитных свойств материалов с эффектом памяти формы, перспективных для использования в технологии магнитного охлаждения;
- разработка постоянных магнитов нового поколения на основе  $3d$ - и  $4d$ -переходных интерметаллических сплавов и соединений;
- исследование материалов с топологически нетривиальными спиновыми структурами;
- совершенствование технологий возобновляемой энергетики и систем управления накоплением и использования энергии;
- полупроводниковые наноматериалы с особыми оптическими и электрическими свойствами.

### Кадровый потенциал подразделения, привлеченные и зарубежные ученые

В подготовке высококвалифицированных специалистов и в организации научно-исследовательской работы в Центре задействованы 4 доктора наук (д.ф.-м.н. Бучельников В.Д., д.ф.-м.н. Иванов Б.А., д.ф.-м.н. Таскаев С.В., д.ф.-м.н. Ховайло В.В.) и 8 кандидатов наук (к.ф.-м.н. Воронин А.И., к.ф.-м.н. Карпенков Д.Ю., к.т.н. Конюхов Ю.В., к.т.н. Кузнецов Д.В., к.ф.-м.н. Родионова В.В., к.ф.-м.н. Смирнов А.Ю., к.ф.-м.н. Усенко А.А.). Кадровая политика Центра нацелена на привлечение талантливых молодых исследователей – инженеров, аспирантов и студентов. В настоящее время в Центре работает 4 инженера, 4 аспиранта и 10 студентов, которые принимают активное участие в научно-исследовательской работе под руководством ведущих научных сотрудников Центра.

Для создания высококвалифицированной научной среды к работе Центра были привлечены как отечественные (д.ф.-м.н. Бучельников В.Д., д.ф.-м.н. Иванов Б.А., д.ф.-м.н. Таскаев С.В.), так и зарубежные (Dr. V. Novosad, Argonne National Laboratory, USA; Dr. A. Bhardwaj, IIT Delhi, India) ученые мирового уровня.

### Общий объем финансирования научно-исследовательских работ

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ, проводимых под руководством сотрудников Центра в 2018 г. превысил 20 млн. рублей. Работы проводились в рамках Российского фонда фундаментальных исследований (2 проекта), Российского научного фонда (2 проекта), программы 5/100 НИТУ «МИСиС» (4 проекта).

**Важнейшие научно-технические достижения Центра в 2018 г.**

– Разработана технология синтеза полимер-композитных термоэлектриков. Показано, что использование одностенных углеродных нанотрубок и гибридов на их основе в качестве наполнителя для полимерной матрицы приводит к 10 кратному увеличению значений коэффициента термоэлектрической мощности  $PF$ ;

– созданы новые наноструктурные материалы на основе оксидов металлов для создания проводящих слоев пероскитных солнечных элементов;

– разработаны технологические регламенты создания высококачественных безклинкерных минеральных вяжущих из отходов доменного производства;

– созданы новые высокопористые металлические порошковые системы для использования в электрохимических ячейках.

**Подготовка специалистов высшей квалификации**

В 2018г. инженер Центра Юсупов Хабиб Умаралиевич защитил диссертацию «Термоэлектрические эффекты в полимерматричных композитах» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

**Основные публикации**

– K. Yusupov, S. Stumpf, S. You, A. Bogach, P.M. Martinez, A. Zakhidov, U.S. Schubert, V. Khovaylo, and A. Vomiero “Flexible thermoelectric polymer composites based on a carbon nanotubes forest” *Advanced Functional Materials* **28** (2018) 1801246 [IF=13.325]

– A. Usenko, D. Moskovskikh, A. Korotitskiy, M. Gorshenkov, E. Zakharova, A. Fedorov, Y. Parkhomenko, V. Khovaylo “Thermoelectric properties and cost optimization of spark plasma sintered  $n$ -type  $\text{Si}_{0.9}\text{Ge}_{0.1}$  -  $\text{Mg}_2\text{Si}$  nanocomposites” *Scripta Materialia* **127** (2017) 63 [IF=4.163]

– K. Yusupov, A. Zakhidov, S. You, S. Stumpf, P.M. Martinez, A. Ishteev, A. Vomiero, V. Khovaylo, U. Schubert “Influence of oriented CNT forest on thermoelectric properties of polymer-based materials” *Journal of Alloys and Compounds* **741** (2018) 392 [IF=3.779]

– V. Kholaylo, I. Tereshina, G. Politova, A. Karpenkov, S. Taskaev, T. Palewski “Magnetostriction of Ferromagnetic Shape Memory Alloy  $\text{Ni}_{2.27}\text{Mn}_{0.73}\text{Ga}$  Studied in Magnetic Fields up to 10 T” *Journal of Alloys and Compounds* **741** (2018) 689 [IF=3.779]

– S. Shevyrталov, H. Miki, M. Ohtsuka, A. Grunin, I. Lyatun, A. Mashirov, M. Sereдина, V. Khovaylo, V. Rodionova “Martensitic transformation in polycrystalline substrate-constrained and freestanding Ni-Mn-Ga films with Ni- and Ga-excess” *Journal of Alloys and Compounds* **741** (2018) 1098 [IF=3.779]

– S. Taskaev, V. Khovaylo, D. Karpenkov, I. Radulov, M. Ulyanov, D. Bataev, A. Dyakonov, D. Gunderov, K. Skokov, O. Gutfleisch “Plastically deformed Gd-X (X=Y, In, Zr, Ga, B) solid solutions for magnetocaloric regenerator of parallel plate geometry” *Journal of Alloys and Compounds* **745** (2018) 207 [IF=3.779]

– S. Shevyrталov, A. Zhukov, I. Lyatun, S. Medvedeva, H. Miki, V. Zhukova, V. Rodionova “Martensitic transformation behavior of  $\text{Ni}_{2.44}\text{Mn}_{0.48}\text{Ga}_{1.08}$  thin glass-coated microwire” *Journal of Alloys and Compounds* **745** (2018) 217 [IF=3.779]

– S. Shevyrталov, H. Miki, M. Ohtsuka, V. Khovaylo, V. Rodionova “The evolution of martensitic transformation in Ni-Mn-Ga/ $\text{Al}_2\text{O}_3$  polycrystalline 100-nm – 2- $\mu\text{m}$  films with Ni- and Ga-excess” *Journal of Alloys and Compounds* **767** (2018) 538 [IF=3.779]

– S. Shevyrталov, A. Zhukov, V. Zhukova, V. Rodionova “Internal stresses influence on magnetic properties of Ni-Mn-Ga Heusler-type microwires” *Intermetallics* **94** (2018) 42 [IF=3.420]

– M.V. Lyange, V.V. Sokolovskiy, S.V. Taskaev, D.Yu. Karpenkov, A.V. Bogach, M.V. Zheleznyi, I.V. Shchetinin, V.V. Khovaylo, V.D. Buchelnikov “Effect of disorder on magnetic properties and martensitic transformation of Co-doped Ni-Mn-Al Heusler alloy” *Intermetallics* **102** (2018) 132 [IF=3.420]

– A. Omelianchik, G. Singh, B.H. McDonagh, V. Rodionova, D. Fiorani, D. Peddis, S. Laureti “From  $\text{Mn}_3\text{O}_4/\text{MnO}$  core-shell nanoparticles to hollow MnO: evolution of magnetic properties” *Nanotechnology* **29** (2018) 055703 [IF=3.404]

Основные научно-технические показатели:

– количество статей в Web of Science и Scopus с исключением дублирования: **56**

В том числе в журналах из первого квартиля по направлению: **11**  
– количество сотрудников и аспирантов (включая заочных), защитивших кандидатские диссертации, чел.: **1**

**Контакты**

Научно-образовательный центр энергоэффективности НИТУ «МИСиС»  
119049, Москва, Ленинский проспект, дом 4, ауд.Б-307, подр. № 517.

**Кузнецов Денис Валерьевич** – Директор

**Тел.:** (499)237-22-26

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

**Ховайло Владимир Васильевич** – научный руководитель

**E-mail:** khovaylo@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), академик РАЕН



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

Научно-исследовательская деятельность НУЦ СВС направлена на решение фундаментальных проблем горения и структурной макрокинетики процессов синтеза новых материалов (керамика, металлокерамика, интерметаллиды, композиционные и функционально-градиентные материалы, дисперсно-упрочненные наночастицами материалы), фундаментальных проблем инженерии поверхности многокомпонентных и многослойных наноструктурных пленок и функциональных покрытий (твердые трибологические, самосмазывающиеся, коррозионностойкие, жаростойкие, биосовместимые и биоактивные с антибактериальным эффектом покрытия), а также создание технологий получения материалов и покрытий (методами СВС, порошковой металлургии, ионно-плазменного напыления при ассистировании ионной имплантацией, электроискрового легирования, термохимического электроискрового упрочнения и др), а также создание методик выполнения измерения механических и трибологических свойств наноструктурных пленок и покрытий, в том числе создания государственных стандартных образцов и их метрологического сопровождения.

### **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 и термохимического электроискрового упрочнения;
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 наноструктурированных поверхностей и продукции nanoиндустрии.

### **Кадровый потенциал подразделения**

В НУЦ СВС работают:

3 профессора, 4 доцента, 1 старший преподаватель, 1 главный научный сотрудник, 5 ведущих научных сотрудников, 3 старших научных сотрудника, 8 научных сотрудников, 8 инженеров, 6 лаборантов. Из них: 1 академик РАЕН, 3 доктора наук, 17 кандидатов наук, 11 магистрантов, 3 аспиранта.

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

В 2018 году в НУЦ СВС выполнялось 6 научно-исследовательских работ на общую сумму 37,6265 млн. руб., в том числе 2 гранта РНФ, 2 гранта РФФИ, 1 проект государственного за-

дания Минобрнауки России, 1 проект ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы».

**Наиболее крупные проекты, выполненные в 2018 году**

– Соглашение 14.578.21.0227 о предоставлении субсидии на выполнение ПНИЭР по теме: «Разработка инновационных высокотемпературных гетерофазных материалов и покрытий для защиты углерод-углеродных композиционных материалов от воздействия высокоэнтальпийных потоков окислительного газа» (уникальный идентификатор 000000007417W200002) в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы». Объем финансирования в 2018 году – 14,65 млн. руб.;

Задание № 11.1207.2017/ПЧ на выполнение научного проекта по теме: «Разработка технологии получения жаростойкой боридно-силицидной керамики для теплонагруженных узлов ракетно-космической техники» в рамках проектов, выполняемых коллективами исследовательских центров и научных лабораторий образовательных организаций высшего образования, подведомственных Минобрнауки РФ. Объем финансирования в 2018 году – 13,7765 млн. руб.;

– Проект РНФ № 15-19-00203 на выполнение исследований по теме: «Разработка и получение наноструктурированных, нанокomпозиционных, многослойных и функционально-градиентных покрытий с повышенной эрозионной, коррозионной и абразивной и усталостной прочностью». Объем финансирования в 2018 году – 6,0 млн. руб.

**Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2018 г.**

1. Исследована окислительная стойкость УУКМ с защитными нанокomпозиционными покрытиями в системе Zr-Si-B-C-X в условиях взаимодействия с высокоэнтальпийным газовым потоком. Показано, что на поверхности образцов при температуре 2000-2900 °С образуется оксидный слой SiO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub>, который теряет свою целостность после 70-100 сек испытаний. Для повышения служебных характеристик покрытий проведена корректировка состава гетерофазного порошкового полуфабриката (ГПП) в системе Me<sup>IV</sup>(Me<sup>VI</sup>)-Si-B-X. С помощью метода СВС по схеме магнийтермического восстановления из оксидного сырья получены порошки на основе тугоплавких соединений HfB<sub>2</sub>-HfSi<sub>2</sub>/Si-MoSi<sub>2</sub>. Разработаны лабораторные технологические регламенты на процессы изготовления ГПП и нанесения покрытий.

2. Определены оптимальные режимы СВС-компактирования, ГП и ИПС, позволяющие получать компактные керамики составов HfB<sub>2</sub>-MoSi<sub>2</sub>-MoB, (Hf,Ti,Ta)<sub>2</sub>-(Hf,Ti,Ta)<sub>5</sub>Si<sub>3</sub>B, (Zr,Ta)<sub>2</sub>B<sub>2</sub>, (Zr,Ta)<sub>2</sub>B<sub>2</sub>-TaSi<sub>2</sub>, (Hf,Ta)<sub>2</sub>B<sub>2</sub> с относительной плотностью более 94 %. Определены плотность, размер зерна, механические свойства, теплоемкость, температуропроводность, коэффициент термического расширения, теплопроводность. Впервые получена боридная керамика на основе (Zr,Ta)<sub>2</sub>B<sub>2</sub> и (Hf,Ta)<sub>2</sub>B<sub>2</sub> с рекордно высокими значениями твердости 60-70 ГПа, модуля упругости 584-594 ГПа и упругого восстановления 96 %. Изучены механические свойства комплексных твердых раствора диборидов (Hf,Ti,Ta)<sub>2</sub>B<sub>2</sub> и боросилицидов (Hf,Ti,Ta)<sub>5</sub>Si<sub>3</sub>B. Установлено, что твердость диборидов (Hf,Ti,Ta)<sub>2</sub>B<sub>2</sub> почти в 3 раза выше, чем у боросилицидов. Значения модуля упругости диборидов в 2 раза выше, чем у боросилицидов. Керамика, полученная ГП или ИПС из композиционных порошков (Zr,Ta)<sub>2</sub>B<sub>2</sub>-35 %TaSi<sub>2</sub> по схеме совместного синтеза обладает микроградиентной зеренной структурой и более высокими механическими свойствами по сравнению с материалом аналогичного состава, полученным консолидацией смеси порошков отдельных фаз. Впервые изучены температурные зависимости теплоемкости, температуропроводности коэффициента термического расширения двухфазных керамик (Hf,Ti,Ta)<sub>2</sub>B<sub>2</sub> + (Hf,Ti,Ta)<sub>5</sub>Si<sub>3</sub>B. Изучен процесс окисления керамики HfB<sub>2</sub>-MoSi<sub>2</sub>-MoB при 1200 °С и (Hf,Ti,Ta)<sub>2</sub>B<sub>2</sub>+(Hf,Ti,Ta)<sub>5</sub>Si<sub>3</sub>B при 1100 °С.

3. Методом ионного распыления получены аморфные покрытия в системе Si-B-C-(N). Наилучшее сочетание механических свойств показали покрытия, полученные при распылении в среде азота. Показана возможность применения многослойных структур AlO<sub>x</sub>/TiAlSiCN и SiBCN/TiAlSiCN для увеличения термической стабильности покрытий до 1400 °С и жаростойкости до 1300 °С. При отжиге твердость покрытий SiBCN/TiAlSiCN увеличивается с 34 до 45 ГПа (1000 °С), после чего снижается до 27 (1300 °С) и 22 ГПа (1400 °С). Аналогичная тенденция отмечена и в случае покрытий AlO<sub>x</sub>/TiAlSiCN. Покрытия AlO<sub>x</sub>/TiAlSiCN и SiBCN/TiAlSiCN продемонстрировали более высокую стойкость к высокотемпературному окислению при 1100 °С.

**Основные публикации**

*Монографии*

1. Технологическое горение, Авторы: Е.А. Левашов, В.В. Курбаткина, Е.И. Пацера, Ю.С. Погожев, А.Ю. Потанин, др. : Коллективная монография под общей ред. академика С.М. Алдошина и чл.-корр. РАН М.И. Алымова – М. Изд. РАН, 2018.-612 с. ISBN 978-5-907036-38-3,

*Статьи*

1. Kurbatkina V.V., Patsera E.I., Levashov E.A., Vorotilo S. SHS Processing and Consolidation of Ta–Ti–C, Ta–Zr–C, and Ta–Hf–C Carbides for Ultra-High-Temperatures Application. *Advance Engineering Material*, 2018, 20, 1701075, IF =2.576

2. Vorotilo S., Potanin A.Y., Iatsyuk I.V., Levashov E.A. SHS of Silicon-Based Ceramics for the High-Temperature Applications. *Advance Engineering Material*, 2018, 20, 1800200, <https://doi.org/10.1002/adem.201800200>. IF =2.576

3. Yatsyuk I. V., Potanin A. Yu., Levashov E. A. Combustion Synthesis of High-Temperature ZrB<sub>2</sub>-SiC Ceramics. *Journal of the European Ceramic Society*, 2018, 38, p. 2792-2801, IF=3,794

4. Kiryukhantsev-Korneev Ph.V., Sheveyko A.N., Shvindina N.V., Levashov E.A., Shtansky D.V. Comparative study of Ti-C-Ni-Al, Ti-C-Ni-Fe, and Ti-C-Ni-Al/Ti-C-Ni-Fe coatings produced by magnetron sputtering, electro-spark deposition, and a combined two-step process. *Ceramics International*, 44 (2018) 7637–7646, IF=3,056

5. Kurbatkina V.V., Patsera E.I., Levashov E.A., Timofeev A.N. Self-Propagating High-Temperature Synthesis of Refractory Boride Ceramics (Zr,Ta)B<sub>2</sub> with Superior Properties, *Journal of the European Ceramic Society*, 2018, 38, p. 1118-1127, IF=3.794

6. Kudryashov A.E., Lebedev D.N., Potanin A.Yu., Levashov E.A. Structure and properties of coatings produced by pulsed electrospark deposition on nickel alloy using Mo-Si-B electrodes. *Surface & Coatings Technology*, 2018, 335, p. 104–117, IF=2.906

7. Zamulaeva E.I., Sheveyko A.N., Potanin A.Y., Zhitnyak I.Y., Gloushankova N.A., Sukhorukova I.V., Shvindina N.V., Ignatov S.G., Levashov E.A., Shtansky D.V. Comparative investigation of antibacterial yet biocompatible Ag-doped multicomponent coatings obtained by pulsed electrospark deposition and its combination with ion implantation. *Ceramics International*, 2018, Vol. 44, Issue 4, p. 3765-3774, IF=2.906

8. Kurbatkina V.V., Patsera E.I., Levashov E.A., Timofeev A.N. Self-Propagating High-Temperature Synthesis of Single-Phase Binary Tantalum-Hafnium Carbide (Ta,Hf)C and Its Consolidation by Hot Pressing and Spark Plasma Sintering. *Ceramics International*, 2018, Vol. 44, Issue 4, p. 4320-4329, IF=3.056

9. Vorotilo S., Levashov E.A., Kurbatkina V.V., Kovalev D.Yu., Kochetov N.A. Self-Propagating High-Temperature Synthesis of Nanocomposite Ceramics TaSi<sub>2</sub>-SiC with Hierarchical Structure and Superior Properties. *Journal of the European Ceramic Society*, 2018, Vol. 38, Issue 2, p. 433–443, IF=3.794

**Патенты и Ноу-Хау**

Левашов Е.А., Курбаткина В.В., Пацера Е.И., Воротыло С. «Способ получения керамических материалов, стойких к воздействию высокоэнтальпийных газовых потоков». Зарегистрировано в депозитарии НИТУ «МИСиС» 26 сентября 2018 г. № 08-164-2018 ОИС.

**Основные научно-технические показатели:**

Статей в журналах Web of Science и Scopus – 30

Статей в российских научных журналах из списка ВАК – 12

Монографий – 1

Количество поддержанных патентов на объекты промышленной собственности – 0

Количество зарегистрированных зарубежных патентов и заявок в год – 0

Количество конференций, в которых принимали участие сотрудники НУЦ СВС – 8

Количество выставок, на которых были представлены экспонаты или стенды научных разработок с участием сотрудников НУЦ СВС – 3

**Награды**

1. Золотая медаль Николе Тесле от Белградской ассоциации изобретателей и авторов технических решений, 11.05.2018, за инновационную разработку «Способ получения биоактивного покрытия с антибактериальным эффектом».

2. Серебряная медаль за инновационную разработку «Способ получения биоактивного покрытия с антибактериальным эффектом» международного салона изобретений Гонконг 5-8 декабря 2018 г.

3. Специальный приз за выдающееся изобретение «Способ получения биоактивного покрытия с антибактериальным эффектом» от ассоциации изобретателей Таиланда АТИР (Association of Thai Innovation and Invention Promotion, Thailand)

**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>

## 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 8.5 млн. руб.

В 2018 году получены следующие **научно-технические результаты:**

- разработан метод создания акустических поглотителей для акустооптических устройств с высокой потребляемой мощностью;
- создан акустооптический спектрополяриметр изображений среднего инфракрасного диапазона;
- разработан новый тип акустооптических модуляторов для волоконно-оптических датчиков вибрации.

### Основные публикации

– J.-C. Kastelik, J. Champagne, S. Dupont, K.B. Yushkov. Wavelength characterization of an acousto-optic notch filter for unpolarized near-infrared light // *Applied Optics*, vol. 57, № 10, pp. C36-C41, 2018.

– B. Kogan, N. Malimonenko, A. Butenin, N. Novoseletsky, S. Chizhikov. On the mechanism of pulsed laser ablation of phthalocyanine nanoparticles in an aqueous medium // *Laser Physics Letters*, vol. 15, № 6, p. 065601.

– N.F. Naumenko. Multilayered structures using thin plates of LiTaO<sub>3</sub> for acoustic wave resonators with high quality factor // *Ultrasonics*, vol. 88, pp. 115-122, 2018.

**Количество публикаций:** 18, из них 5 в научных журналах, 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

# ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

**Солодов Сергей Владимирович**

Директор института,  
кандидат технических наук



## **Общая информация об институте и его структура**

Институт информационных технологий и автоматизированных систем управления (ИТАСУ) НИТУ «МИСиС» осуществляет научную и инновационную деятельность в области программной инженерии, автоматизации и энергосберегающих технологий, проектирования и дизайна. В состав института ИТАСУ входят лаборатория анализа деятельности сложных социально-экономических и производственных систем, центр «Новая реальность», Учебно-вычислительный центр, и пять кафедр: автоматизированных систем управления, инженерной кибернетики, автоматизации проектирования и дизайна, электротехники и информационно-измерительных систем. На базе кафедры АСУ открыты сетевые академии Cisco и Huawei, совместно с SAP и ВИСТ Групп НОЦ «Интеллектуальное горное

предприятие», на базе кафедры АПД Авторизованный учебный центр «АСКОН».

## **Область и направления научных исследований**

Научные исследования института ИТАСУ включают следующие основным направления:

- когнитивные технологии, машинное зрение и распознавание образов.
- машинное обучение и робототехника;
- технологии высокопроизводительных информационных систем и интернет-программирования;
- математическое и имитационное моделирование сложных систем и бизнес-процессов;
- облачные технологии и распределенные вычисления;
- интеллектуальное управление в технических системах.

**Общий объем финансирования** госбюджетных и хоздоговорных НИР и ОКР в 2018 году составила 20 млн. руб.

Сотрудники института ИТАСУ в 2018 г. выполняли основные исследования в области:

- Разработка моделей и методов для анализа деятельности и визуализации поведения сложных многомерных объектов;
- Разработка и исследование вычислительных моделей для построения механизма управления роботизированными объектами горнотранспортного комплекса;
- Проектирования измерительных приборов, передачи и преобразования информации в технических устройствах;
- Интеллектуального анализа данных производительности информационных систем и технологических объектов.

## **Важнейшие достижения института в научных исследованиях и крупные проекты 2018 г.**

Совместно с группой компаний Cognitive Technologies предложен новый подход для классификации движущихся объектов на основании их размера и скорости движения, построенный на базе информации с систем технического зрения и виртуальной модели дорожной сцены. Создана трехуровневая модель, отражающая структуру транспортной сети на разных уровнях.

Студенты и аспиранты института принимают активное участие в научной работе и являются победителями конкурсов У.М.Н.И.К., Олимпиады «ИТ-планета» и «Huawei Honor Cup».

Сборная команда МИСиС по программированию, подготовка которой ведется институтом ИТАСУ при поддержке группы компаний Cognitive Technologies, вышла в полуфинал чемпионата мира по спортивному программированию по правилам ACM ICPC.

**Основные научно-технические показатели института ИТАСУ**

За 2018 год сотрудниками института было опубликовано 40 статей в журналах Web of Science и Scopus. Защищено 6 кандидатских диссертаций, на двух выставках были представлены экспонаты или стенды научных разработок с участием сотрудников подразделения, 1 аспирант стал победителем российского научно-инновационного конкурса.

Зарегистрировано 15 патентов на объекты промышленной собственности и свидетельств на программы для ЭВМ, базы данных и топологию интегральных микросхем.

В лабораториях установлено 5 единиц уникального оборудования.

**Контакты**

**Солодов Сергей Владимирович** – директор института

**Тел.: (499) 638-44-74**

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

## КАФЕДРА АВТОМАТИЗАЦИИ

**Калашников Евгений Александрович**

Заведующий кафедрой, кандидат технических наук, доцент



**Стратегическая цель кафедры – обеспечение качественной подготовки специалистов в области робототехнических систем автоматизированного управления, интеллектуального управления и обработки информации в технических системах.**

Кафедра Автоматизации осуществляет подготовку магистров по направлениям деятельности:

15.04.04 – Автоматизация технологических процессов и производств;

27.04.04 – Управление 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 ВУЗов.

Партнерами кафедры являются ведущие предприятия, специализирующиеся в области создания инновационных технологий для автоматизации производства: ООО «Фанук», ООО «Рена-Солюшинс», ООО «Промтех», ПАО «Мосэнерго», ПАО «Русполимет», Группа «ИнтерРАО», а также научно-исследовательские организации – Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН.

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 «RENA SOLUTIONS» ведется работа по созданию научно-исследовательской лаборатории робототехники и машинного зрения.

Основными направлениями научной деятельности кафедры Автоматизации являются исследования в области:

– моделирования и автоматизации производственных процессов в горнодобывающей и металлургической промышленности;

– передачи и преобразования информации в технических устройствах;

– системного анализа и моделирования стохастических систем;

– интеллектуального управления в технических системах.

**Кадровый потенциал** кафедры состоит из 20 научно-педагогических работников, в числе которых 2 доктора наук и 10 кандидатов.

### **Научно-технические достижения кафедры автоматизации в 2018 году**

1. Сотрудниками кафедры в 2018 году было опубликовано 18 статей, в том числе 12 публикаций в изданиях, включенных в Scopus или Web of Science:

– Ositis A.P., Kalashnikov E.A., Kondybayeva A.B. Optimized data protection and network attacks' analysis throughout security classes identification with machine learning methods in radiofrequency applications: Data protection and network attacks' analysis in radiofrequency applications // 2018 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications. – 2018. – Vol. 1.

– Kalashnikov E.A., Ositis A.P., Kondybayeva A.B., Optimal traffic routing in radiofrequency applications using machine learning // 2018 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications. – 2018. – Vol. 1.

– Kalashnikov E.A., Ositis A.P., Kondybayeva A.B., Inner parameters' optimization in the artificial neural network for the traffic data classification in radiofrequency applications: Classification of nonstationary data using the machine learning algorithm «random forest» // 2018 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications. – 2018. – Vol. 1.

– Osipova N.V. The use of Kalman filter in automatic control of indicators of iron ores magnetic concentration, *Izvestiya Visshikh Uchebnykh Zavedenii. Chernaya Metallurgiya = Izvestiya. Ferrous Metallurgy*. 2018. vol. 61, iss. 5, pp. 372-377.

– Osipova N.V. Model of stabilization of the quality of iron-ore concentrate in the process of magnetic separation with the use of extreme regulation, *Metallurgist*. 2018. vol. 62, nos. 3-4. pp. 303-309.

– Sokolov S.M., Beklemishev N.D., Boguslavsky A.A. Unified Modular Vision Systems for Mobile Robots. // Proc. of the 16th Mechatronics Forum International Conference (Mechatronics 2018), Strathclyde University, Glasgow, UK, September 19-21, 2018, pp.158-165.

– Соколов С.М., Богуславский А.А., Беклемишев Н.Д. Программное обеспечение систем технического зрения реального времени для систем управления робототехническими комплексами // *Материалы XIII Международной научно-технической конференции «Завалишинские чтения – 2018»*, СПб.: ГУАП, 16-20 апреля 2018 г., с. 205-211.

– Akhobadze G.N Invariant Measurement of Deformation by Microwave Radiation // *Proceedings of 2018 International Russian Automation Conference (RusAutoCon)*. Sochi: IEEE, 2018. P. 1-4.

– Akhobadze G.N Measuring Water Content in Petroleum Products by Characteristics of Polarized Electromagnetic Waves // *Proceedings of the International Conference on Actual Problems of Electron Devices Engineering (APEDE'2018, Saratov)*. Saratov: IEEE, 2018. P. 32-37.

– Akhobadze G.N SWOT analysis of industrial wastewater / *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (MSE) (Chelyabinsk, 2018)*. Chelyabinsk: IOP Publishing Ltd, 2018. volume 451. P. 1-5.

– Markaryan L.V. Monitoring and modeling compression of geophysical data // *Mining informational and analytical bulletin*, 2018, P. 218-225.

– Markaryan L.V., Revtov A.S. Adaptive neural network regulator for managing the excavating process in a mining quarry // *Mining informational and analytical bulletin*, 2018, P. 459-468.

2. Сотрудники кафедры являются авторами 10 патентов на объекты промышленной собственности и свидетельств на программы для ЭВМ, базы данных и топологию интегральных микросхем:

– Соколов С.М., Богуславский А.А., Беклемишев Н.Д. Программа классификации фрагментов изображений в видеопоследовательностях // *Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2018665750*, дата регистрации 10.12.2018.

– Захаров Н.А., Зайцев С.В., Клепиков В.И., Литвинова И.В., Мальков И.В., Подхватилин Д.С., Филиева Л.А., Шепелев А.В. Устройство для диагностирования авиационного двигателя в наземных условиях // *Патент РФ № 2653645*, дата регистрации 11.05.2018.

– Ахобадзе Г.Н. Устройство для измерения угла поворота дроссельной заслонки: Патент на изобретение № 2670701 РФ; Зарег. 24.10.2018.

– Ахобадзе Г.Н. Устройство для измерения температуры: Патент на изобретение № 2670355 РФ; Зарег. 22.10.2018.

– Ахобадзе Г.Н. Устройство для определения количества бурового раствора в емкости: Патент на изобретение № 2670367 РФ; Зарег. 22.10.2018.

– Ахобадзе Г.Н. Устройство для измерения малых значений токов: Патент на изобретение № 2654911 РФ; Зарег. 23.05.2018.

– Ахобадзе Г.Н. Устройство для измерения оборотов диска индукционного счетчика: Патент на изобретение № 2654919 РФ; Зарег. 23.05.2018.

– Ахобадзе Г.Н. Устройство для контроля и измерения сопротивления изоляции: Патент на изобретение № 2654917 РФ; Зарег. 23.05.2018.

– Ахобадзе Г.Н. Устройство для измерения толщины покрытий: Патент на изобретение № 2647180 РФ; Зарег. 14.03.2018.

– Ахобадзе Г.Н. Устройство для измерения дифференциального тока: Патент на изобретение № 2645434 РФ; Зарег. 21.02.2018.

3. Сотрудники кафедры являются руководителями или ответственными исполнителями грантовых проектов:

– Калашников Е.А. Разработка моделей и методов для анализа деятельности и визуализации поведения сложных многомерных объектов, грант Российского научного фонда № 17-11-01353.

– Соколов С.М. Разработка математических моделей и унифицированных алгоритмов интеллектуальной системы управления для многофункциональных мобильных роботов, грант Российского научного фонда №16-19-10705.

– Соколов С.М. Разработка унифицированной комплексной системы информационного обеспечения беспилотных мобильных средств на основе СТЗ реального времени. Грант Российского фонда фундаментальных исследований № 16-08-01282.

**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 АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ДИЗАЙНА (АПД)

**Горбатов Александр Вячеславович**  
Заведующий кафедрой,  
доктор технических наук, профессор



Мы осуществляем подготовку бакалавров и магистров по направлениям 09.03.03 «Прикладная информатика в дизайне» (профиль Прикладная информатика в дизайне), 09.04.03 «Прикладная информатика» (профиль Дизайн света пространственной среды), 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» (профили: Инновационные программные системы. Проектирование, разработка и применение / Innovative software systems. Design, development and applications, Информационные технологии геологического обеспечения недропользования), 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» (профиль Системы автоматизированного проектирования и информационной поддержки изделий). Помимо бакалавров и магистрантов на кафедре проходят обучение и аспиранты, вклю-

чая тех, кто обучается по англоязычным программам.

Кафедра АПД готовит специалистов высокого класса. Набор высококвалифицированных преподавателей, идущих в ногу со временем, позволяет студентам изучать новые технологии и легко осваивать востребованные программы, а также уметь работать в различных средах. Преимущество кафедры АПД заключается в том, что студент получает непосредственно практические навыки и опыт работы в необходимых программах. Поэтому выпускники кафедры являются одними из самых востребованных специалистов.

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

Кафедра Автоматизации проектирования и дизайна осуществляет комплексную научную деятельность по следующим направлениям:

#### 1. Научно-техническому:

- проведение теоретических и прикладных исследований в области дискретной математики, моделирования на дискретных структурах;
- проведение теоретических и прикладных исследований в области информационной поддержки жизненного цикла наукоёмкой продукции;
- проведение теоретических и прикладных исследований характеристик светодиодов;

#### 2. Научно-педагогическому:

- разработка новых образовательных программ (в области электронной коммерции, блокчейн-технологий и др.)
- исследования в области образования полного цикла (индивидуальные карьерно-образовательные траектории, ранняя профориентация, технологии работы с одарёнными детьми и т. п.)
- проведение научно-педагогического семинара в области проектной и профориентационной деятельности школьников г. Москвы

### **Кадровый потенциал подразделения**

На кафедре работают:

- 5 профессоров,
- 13 доцентов,
- 11 старших преподавателей,
- 4 ассистента,
- 5 инженеров.

Из них: 5 – докторов технических наук, 11 – кандидатов технических наук.

– Подготовка специалистов высшей квалификации: 7 аспирантов

### **Основные публикации**

1. Автоматизация стендовых испытаний на столкновение с посторонними предметами элементов планера и силовых установок авиационной техники //Моргачев К.В. В книге: Нейрокомпьютеры и их применение XVI Всероссийская научная конференция : тезисы докладов. 2018. С. 305-307.
2. Карпович Е.Е. Языки программирования интеллектуальных систем: учебник. – М.: Изд. Дом НИТУ МИСиС, 2018.-172 с. ISBN 978-5-906953-51-3
3. Аристов А.О. Теоретические и прикладные основы применения квазиклеточных сетей в компьютерном моделировании и визуализации транспортной логистики песчаного карьера // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) Mining Informational and analytical bulletin (scientific and technical journal). – М.: Издательство «Горная книга». – 2018. – №1. – С.201-214
5. Овчинников В.В. //The FTU Magazine of the industrial center of the FT146// World Link WEF – DAVOS/- 2018 p265
6. Овчинников В.В. // История конструирования искусственного интеллекта// Академический журнал «Экономические стратегии».№ 2.2018. М. Институт экономических стратегий РАН.
7. ВалуевА.М., ВолковаЛ.П. Problems of Intelligent Automation of Unmanned Underground Coal Mining. “Advances in Artificial Systems for Medicine and Education II” – The Second International Conference of Artificial Intelligence, Medical Engineering, Education (AIMEE2018), 6-8 October 2018, Moscow, Russia. AIMEE1830800.pdf, p. 475-484.
8. Волкова Л.П., Костин В.Н., Панкрушин П.Ю. Реинжиниринг алгоритма расчета параметров стругового агрегата с целью повышения его маневренности в плоскости пласта. Горный информационно-аналитический бюллетень М.: Издательство «Горная книга». – 2018, № 7, с. 99-107.
9. Петров А.Е. Математические модели принятия решений: учебно-методическое пособие (№ 3092 по каталогу) – электронный ресурс. М.: МИСиС, 2018. – 84 с. ISBN: 978-5-906953-14-8.

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

- публикаций: 38
- в российских научных журналах из списка ВАК: 2
- в научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science: 1
- конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения: 6
- в 2018 году доцентом кафедры Аристовым А.О. подготовлена диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук на тему «Структурно-параметрический синтез и анализ моделей потоковых систем промышленно-логистического назначения на основе квазиклеточных сетей»
- Единиц уникального оборудования:
- Очки анаглифные : 25 шт
- Стереоскоп зеркальный : 2 шт
- Очки для просмотра горизонтальной стереопары : 2 шт
- 3D-принтер : 1 шт
- Победители конкурса «Золотые имена высшей школы»: 11
- Диплом за лучшую научную работу, представленную на Всероссийской конференции «Нейрокомпьютеры и их применение»: 1

#### **Контакты**

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

E-mail: avgorbatov@mail.ru

Сектор САПР:

Ленинский проспект д. 6 стр. 7, ауд. Л-531,

Тел./факс: (499) 230-24-04

Сектор Инженерной графики и дизайна:

Ленинский проспект д.4, ауд. Б-1003,

Тел./факс: (495) 955-00-46



**Петров А.Е. (профессор каф. АПД). Лыжи. Август.  
Аргентина: Ушуйялоппет / Ushuaialorret 2018. Журнал «Лыжный спорт»**

## 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, социальных и социо-технических системах.

**Основные направления научной деятельности кафедры:**

- Теория и методы построения интеллектуальных систем управления в горно-металлургической промышленности.
- Технологии и инструменты анализа разнородных данных (Data science) для решения задач диагностики, прогнозирования и управления (predictive analytics).
- Оптимизационное моделирование сложных социально-экономических систем.

**Грантовые проекты (РФФИ, РНФ, Минобрнаука), осуществленные за последние 3 года:**

1. Разработка и исследование вычислительных моделей для построения механизма управления роботизированными объектами горнотранспортного комплекса (2016, 2017, 2018).
2. Разработка моделей и методов для вычисления масштабной эластичности и эффекта масштаба в радиальных и нерадиальных моделях методологии АСФ (2016).
3. Разработка моделей и методов для анализа деятельности и визуализации поведения сложных многомерных объектов (2017, 2018).

В 2018 году сотрудниками кафедры АСУ выполнены научные исследования на общую сумму более 6 млн. рублей.

В настоящее время на кафедре АСУ работают 6 докторов технических наук и 1 доктор физико-математических наук (в том числе 2 совместителя), 16 доцентов (к.т.н. и к.э.н.), 3 ассистента, 5 инженеров. В аспирантуре на кафедре проходят обучение 9 аспирантов, в том числе 2 иностранца.

Профессора 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 2018 г. заслушано 7 кандидатских диссертационных работ. 5 соискателей, получившие положительные заключения семинара, защитили диссертационные работы.

За 2018 год сотрудниками кафедры было опубликовано научных статей и тезисов докладов научных конференций, в том числе: в российских научных журналах из списка ВАК - 32, в научных журналах, индексируемых в базе данных Scopus и Web of Science – 9; 1 монография; разработаны и запатентованы 5 программ для ЭВМ.

**Наиболее значимые из публикаций представлены работами:**

– Темкин И.О., Клебанов Д.А., Дерябин С.А., Конов И.С.: Метод определения состояния технологических дорог карьера при управлении взаимодействием роботизированных элементов горнотранспортного комплекса. Горный журнал, №1, 2018, с. 78-82.

– Krivonozhko V. E., Førsund F. R., Lychev A. V. Measuring the Smoothness of the DEA Frontier // Optimization letters. 2018.

– Krivonozhko V. E., Lychev A. V. Frontier visualization and estimation of returns to scale in free disposal hull models // Computational Mathematics and Mathematical Physics. № 3. 2018.

– Krivonozhko V.E., Lychev A.V., Blokhina N.S. Frontier Visualization for Nonconvex Models with Increasing and Decreasing Returns to Scale with the Use of Enumeration Methods // DEStech Transactions on Computer Science and Engineering, ISSN: 2475-8841, 2018.

– Kopylov K., Kubrin S., Reshetnyak S. The importance of improving energy efficiency and safety of coal mine extraction area // UGOL. №10, 2018.

– Le Dinh H., Temkin I. Application of PSO and bacterial foraging optimization to speed control PMSM servo systems // Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. ISBN: 9781538636787, 2018

– Rukhovich D., Rukhovich A., Rukhovich D., Simakova M., Kulyanitsa A., Koroleva P. Application of the Spectral Neighborhood of Soil Line Technique to Analyze the Intensity of Soil Use in 1985–2014 (by the Example of Three Districts of Tula Oblast) // Agricultural Chemistry / Agrokhimiya. №51-3 МАИК Наука/Interperiodica (МАИК Наука/Интерпериодика). ISSN: 1064-2293, 2018

Кафедра АСУ стала основной площадкой для проведения научного семинара «Информационные технологии в горном деле» в рамках Международной научной конференции «Неделя горняка», участниками которого стали представители крупных компаний (СУЭК, Вист Групп, PSI, «Казахмыс» и др.), а также представители других научных и учебных учреждений РФ и стран ближнего и дальнего зарубежья.

В рамках научно-образовательного центра «Интеллектуальное горное предприятие», основным направлением которого является разработка новых подходов к построению цифрового производства на базе интеллектуальных робототехнических систем с использованием методов интеллектуального анализа данных, был проведен семинар, в котором приняли участие представители производственной дирекции и диспетчеры 9 компаний, входящих в холдинг «СУЭК».

#### **Контакты**

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

**Тел.:** (499) 230-24-71

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

**Бондаренко Инна Сергеевна** – зам. заведующего кафедрой АСУ по науке, канд. техн. наук, доцент

**Тел.:** (499) 230-24-34, (495) 236-41-03

**E-mail:** msmu\_asu@mail.ru

## КАФЕДРА ИНЖЕНЕРНОЙ КИБЕРНЕТИКИ

**Ускова Ольга Анатольевна**

Заведующий кафедрой



Кафедра инженерной кибернетики – ведущее научное подразделение НИТУ «МИСиС» в области прикладной математики, когнитивных технологий, системного анализа, искусственного интеллекта, поддержки принятия решений и разработки наукоёмкого программного обеспечения. Научно-исследовательская деятельность кафедры инженерной кибернетики направлена на решение фундаментальных и прикладных задач для бизнеса и науки в сферах применения информационных и когнитивных технологий для разработки интеллектуального программного обеспечения, компьютерных и математических моделей, а также разработки методов компьютерного зрения и машинного обучения, оптимизации и прогнозирования, баз данных и др.

Научные исследования, выполняемые на кафедре, не уступают современному мировому и отечественному уровню и осуществляются в соответствии с приоритетным направлением развития науки, технологий и техники РФ «Информационно-телекоммуникационные системы» и следующими критическими технологиями:

- технологии информационных, управляющих, навигационных систем;
- нано-, био-, информационные, когнитивные технологии;
- технологии создания высокоскоростных транспортных средств и интеллектуальных систем управления новыми видами транспорта.

Кафедра является базовой для группы компаний **Cognitive Technologies**, которую возглавляет заведующий кафедрой **Ускова Ольга Анатольевна**, а ведущие сотрудники являются преподавателями кафедры по основным направлениям профессиональной подготовки.

### **Основные направления научных работ кафедры**

- 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;
- базы и хранилища данных;
- облачные технологии и распределенные вычисления.

### **Кадровый потенциал кафедры**

На кафедре работают: 2 профессора, 16 доцентов, 13 старших преподавателей, 1 заведующий лабораторией, 3 ведущих инженера, 1 старший лаборант. Из них: 2 доктора технических наук, 21 кандидат наук (к.т.н., к.ф.-м.н., к.э.н.).

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

В качестве основных результатов по научно-технической деятельности кафедры необходимо выделить достижения в следующих направлениях исследований.

1) В 2018 году получили дальнейшее развитие исследования в области технологий управления интеллектуальными беспилотными системами, базирующихся на методах технического зрения и многоагентного имитационного моделирования.

а) Предложен новый подход для классификации движущихся объектов на основании их размера и скорости движения, построенный на базе информации с систем технического зрения и виртуальной модели дорожной сцены. Разработана виртуальная модель, описывающая дорожную сцену вокруг транспортного средства (ТС) в режиме реального времени и служащая основой для верификации и коррекции ошибки в данных, поступавших с различных источников. Разработан метод оценки степени опасности дорожных ситуаций на основе информации о типе объекта и прогнозе его скорости и траектории движения. Разработан комплекс реализу-

ющих алгоритмов, среди которых наиболее значимыми являются алгоритмы: а) прогнозирования движения объектов на базе информации с разработанной виртуальной модели и нейронной сети; б) динамического вычисления актуальной зоны дорожной сцены на базе информации о скорости и угле поворота колес ТС, полученной с бортовых датчиков или на базе вычисления оптического потока; в) локализации обнаруженного системой технического зрения объекта, для коррекции ошибок, связанных с неровностями дорожного покрытия и рельефом.

б) В направлении интеллектуального многоагентного имитационного моделирования получены следующие основные результаты. Создана трехуровневая имитационная модель, системно отражающая структуру транспортной сети на разных уровнях. Первые два уровня описывают элементы транспортной сети, а третий – имитирует поток интеллектуальных агентов (ТС). Агенты модели, совместно функционируя и взаимодействуя друг с другом, принимают решения о режиме своего движения на основе анализа совокупной информации о текущем состоянии транспортной сети и потока с учетом своих целевых функций.

Разработана математическая модель интеллектуального транспортного агента, описывающая динамику движения ТС в потоке с учетом окружающей дорожной сцены и информации о состоянии транспортной системы на различных уровнях. Модель позволяет описывать гетерогенные транспортные потоки, состоящие из агентов с различными множествами состояний, динамическими моделями и стратегиями поведения. При этом особенности модели позволяют придать поведению агентов интеллектуальный характер.

Разработан алгоритм формирования рекомендаций и базы знаний (в виде ситуационных правил выбора параметров движения) по выбору координат и параметров движения с учетом текущей дорожной ситуации и требований безопасности. Для этого проводится сбор модельных данных по множеству сценариев динамики имитируемой обстановки в форме «транспортная ситуация – поведенческое решение». Накопленные данные обрабатываются с целью оценки степени соответствия поведенческого решения выбранным критериям безопасности движения.

Основные результаты получены группой в составе: аспиранты Сенченко Р.В. и Каменов Н.В. (Болгария), проф. Крапухина Н.В. (руководитель) и отражены в более чем десяти научных публикациях и докладах на международных конференциях, большая часть из которых сделаны в изданиях, индексируемых в базах данных SCOPUS и WoS.

2) В рамках направления исследований по анализу и оценке производительности и надежности информационных систем (ИС) на основе интеллектуального анализа данных, предложен новый подход к определению критических режимов работы компонент объектно-реляционного отображения (ORM), применяемых в ИС. Главная особенность – имитационное моделирование сценариев работы выполнения запросов к БД через механизмы кэширования в контексте времени. Установлено, что поведение размера элементов кэша во времени может быть отождествлено с поведением концентраций веществ химических реакций, протекающих в колебательном режиме. Эти процессы могут быть описаны системой дифференциальных уравнений высоких порядков с нелинейными слагаемыми. Предложено рассматривать состояния элементов кэша при работе как многомерные временные ряды. Предложен метод реконструкции многомерных временных рядов в фазовое пространство на основе анализа сечений Пуанкаре и показателей Ляпунова в исследовании фазовых траекторий системы. Выявлено наличие как диссипативного состояния системы, так и детерминированного хаоса при полной детерминированности запросов в моделируемых ИС (асп. Курников П.А., рук. Крапухина Н.В.).

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

В 2018 г. объем финансирования НИР и ОКР по различным проектам, хозяйственным с российскими и зарубежными партнерами и другим источникам составил 3 358 000 руб.

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

Старший преподаватель кафедры Кружкова Г.В. успешно защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата экономических наук на тему «*Экономический механизм обеспечения сырьем предприятий, не доминирующих на рынке вторичных драгоценных металлов*» по специальности «Экономика и управление народным хозяйством».

На кафедре инженерной кибернетики обучаются 9 аспирантов, из них 1 иностранный.

**Основные публикации (в изданиях, индексируемых в WoS, SCOPUS и т.д.)**

–Dmitriy Polevoy, Vasilii Postnikov Segments Graph-Based Approach for Document Capture in a Smartphone Video Stream / Proceedings of 14th IAPR International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR), –2018

–Krapukhina N., Senchenko R. Specific features of methods and algorithms for planning unmanned vehicles' routes in dynamically changing road scene, –2018

–Krapukhina N., Senchenko R. Multi-agent simulation modelling with intellectual agents for city traffic control, –2018

–Nina Krapukhina, Nikolay Kamenov A Method for Predicting Vehicles Motion Based on Road Scene Reconstruction and Neural Networks in Real Time, IT in Industry, –V.6, –2018, 33–38

–Krapukhina N., Kamenov N. Method of local navigation for road scene reconstruction in high-speed or dense traffic flow based on two on-board video cameras// Proceedings of the 25d Anniversary St. Petersburg International Conference on Integrated Navigation System, St. Petersburg, Russia, – 2018. – p. 124-127.

–Timofey S. Chernov; Nikita P. Razumnuy; Alexander S. Kozharinov et al. Image quality assessment for video stream recognition systems // Proc. SPIE 10696, Tenth International Conference on Machine Vision (ICMV 2017), 106961U, –2018

–Rubchinsky A. (2018) Graph Dichotomy Algorithm and Its Applications to Analysis of Stocks Market // In: Kalyagin V., Pardalos P. et al. Computational Aspects and Applications in Large-Scale Networks. NET 2017. Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, –V.247, –2018

–D.V. Polevoy, A.Y. Shkanaev; D.A. Krokhhina et al. Analysis of straw row in the image to control the trajectory of the agricultural combine harvester (Erratum) / Proc. SPIE 10696, Tenth International Conference on Machine Vision (ICMV 2017), 1069602 (13 April 2018).

–Dmitry Polevoy, Dmitry Ilin et al. Fast words boundaries localization in text fields for low quality document images / Proceedings Volume 10696, Tenth International Conference on Machine Vision (ICMV 2017); 106960V, –2018

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

– количество публикаций – **более 25**, в том числе:

• в научных журналах и трудах международных конференций, индексируемых в базах данных **SCOPUS** и **WoS** – **10**;

• в трудах международных и российских конференций и прочие публикации (список ВАК; РИНЦ) – **более 15**;

– количество конференций, в которых участвовали сотрудники кафедры – более 10;

– защищенные кандидатские диссертации – 1;

– грант по программе У.М.Н.И.К. – 1.

#### **Контакты**

**Ускова Ольга Анатольевна** – заведующий кафедрой

**Бакулев Константин Станиславович** – зам. заведующего кафедрой, канд. экон. наук

**Тел.:** +7 (499) 236-25-35

**E-mail:** kik\_misis@mail.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



Кафедра ЭИИС имеет 100-летнюю историю - была образована в основанной в 1918 году Московской горной академии. За годы существования в МГА-МГИ-НИТУ МИСИС кафедра накопила значительный опыт в подготовке специалистов с высшим образованием по электроснабжению, информационным системам и технологиям, прикладной информатике.

Выпускники кафедры работают на предприятиях и в организациях приборостроительной, электротехнической и энергетической отраслей, в организациях и фирмах IT-области, в проектных и научных организациях, высших учебных заведениях.

Сотрудники кафедры выполняют работы в области построения информационных систем, проектирования измерительных приборов, программирования микропроцессоров, участвуют в создании вычислительных сетей и распределенных баз данных.

Кафедра располагает современным оборудованием в 12 лабораториях, где сотрудники кафедры совместно со студентами ведут научные исследования по направлениям:

– Информационные системы обеспечения промышленной безопасности и энергоэффективности технологических процессов.

– Моделирование процессов в инфокоммуникационных системах и сетях.

– Метрологическое обеспечение аэрологических измерений.

– Разработка интеллектуальных измерительных приборов и датчиков.

– Медицинские измерительные системы.

– Динамическое моделирование шахтных вентиляционных сетей.

и другим.

Профессиональными компетенциями выпускников кафедры являются: информационные системы и сети, их математическое, информационное и программное обеспечение, способы и методы проектирования, отладки, производства и эксплуатации технических и программных средств информационных систем в различных областях.

Кафедра Электротехники и информационно-измерительных систем сотрудничает с ведущими мировыми и российскими компаниями, учебными и научными заведениями.

Заведующий кафедрой ЭИИС является руководителем научной школы «Акустическая анемоспирометрия», в рамках которой была создана новая акустическая технология измерения скоростей и расходов газоздушных потоков. Для её создания были проведены исследования в области теории акустических измерений и впервые создано математическое описание аэроакустического взаимодействия в цилиндрическом волноводе-воздуховоде, проведены работы по моделированию распространения акустического сигнала в неоднородном потоке, а также численному моделированию аэродинамики анемометрического канала и свойств электроакустических преобразователей - излучателей и приёмников. Созданы измерительные приборы, отмеченные рядом международных наград.

Разработанный акустический анемометр АПА-1 имеет уникальные характеристики по точности и имеет следующие достоинства:



Отсутствие подвижных частей.

- Непревзойденный динамический диапазон и чувствительность.
- Индикация направления потока.
- Низкая инерционность.
- Микропроцессорная компенсация погрешности.
- Совместимость с персональным компьютером.
- Простота и удобство в работе.

В 2017-18 г. г. в лабораториях кафедры разработаны уникальные аэродинамические установки для поверки анемометров и напорных трубок Пито с пределом задания скорости газоздушного потока до 60 м/с.



Созданы акустически спирометры для функциональной диагностики органов дыхания и расходомеры для систем искусственной вентиляции легких и наркозных аппаратов. Разработан программный комплекс динамического расчёта шахтной вентиляции, который впервые позволяет:

- Моделировать переходные процессы воздухораспределения в шахте при чрезвычайных ситуациях, связанные с аэрологией, такие, как пожар, взрыв, обрушение кровли, остановка вентилятора и т.п. (внедрён на шахте «Галдинская»).
- рассчитывать статическое и динамическое воздухораспределения при опрокидывании вентиляционных потоков);
- рассчитывать эвакуационные маршруты для шахтёров в случае аварии с учётом типа аварии;
- оптимизировать вентиляционные схемы шахты с точки зрения затрат на её обслуживание.

На кафедре ЭИИС работают 5 профессоров (из них со степенью д.т.н. и д.ф.м.н 3 чел.), 11 доцентов (из них со степенью к.т.н. 10 чел.), 10 старших преподавателей и 1 ассистент.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ по хоз. договорам более 2 млн. руб.

Кафедра осуществляет подготовку:

1. Бакалавров по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии» (профиль «Информационные системы управления технологическими процессами»).
2. Магистров по направлению 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» (профиль «Информационные системы обеспечения безопасности промышленных производств»), направлению 09.03.02, (профиль «Цифровая экономика»; направление – «Прикладная информатика» (профиль «Прикладная информатика в энергосбережении»).

На кафедре ведется подготовка специалистов высшей квалификации в аспирантуре по направлению 09.06.01 – «Информатика и вычислительная техника» 27.06.01. – «Управление в технических системах».

Имеется возможность прохождения стажировок за рубежом.

#### **Основные публикации в 2018 г (ВСЕГО 40).**

1. Применение принципа Ферма к расчёту погрешности акустического метода измерения расхода трёхмерного потока жидкости или газа. Петров А.Г., Шкундин С.З. Доклады Академии наук. 2018. Т. 478. № 3. С. 293-297.

2. Semyon Shkundin and Valentina Rummyantseva. Acoustic devices for breathing investigations. Proceedings of the 14 Conference on Vibrations Engineering/ 2018. Lissabon//

3. Колистратов М.В. Контроль фазового перехода металл-расплав/ М.В. Колистратов, Ю.А. Белобокова // Новые информационные технологии в автоматизированных системах: Материалы двадцать первого научно-практического семинара. – М.: ИПМ им. М.В. Келдыша, 2018. – 432 с. С. 46-50.

4. Жевнеров В.А., Самойлова Е.Б. Миниатюрные устройства контроля и коррекции работоспособности// Вестник научных конференций. 2018. № 6-2(34). Перспективы развития науки и образования: по материалам международной научно-практической конференции 30 июня 2018 г. Часть 2. 210 с. Тамбов: Консалтинговая компания Юком, стр. 66-67.

5. Лёвушкин С.П., Жевнеров В.А. Инновационная технология повышения энергорезервов// Вестник научных конференций. 2018. № 6-2(34). Перспективы развития науки и образования: по материалам международной научно-практической конференции 30 июня 2018 г. Часть 2. 210 с. Тамбов: Консалтинговая компания Юком, стр. 115-116.

6. Мещеряков А.В., Спиридонов Е.А., Жевнеров В.А. Разработка эффективных методик экспресс восстановления энергорезервов спортсменов с использованием неинвазивных воздействий // Экстремальная деятельность человека. – 2018. – № 2(48) – с. 14-18.

7. Максимов Н.А., Нестеров В.Ю. Определение объема угольного склада по фотографиям с БЛА В сб. докладов XXVI Международной н.-т конференции современные технологии в задачах управления автоматике и обработки информации г.Алушта, Крым, Россия, 2017 г.

8. Максимов А.Н, Максимов Н.А Разработка и описание математической модели прокладки маршрута полета группы беспилотных летательных аппаратов. В Тр. Международной научно-технической конференции «Перспективные информационные технологии» с. 487-491, Самара 2018 г.

9. Трутнева Н.В., Максимов Н.А., Шаронов А.В. Разработка онтологии города для использования мобильной навигации роботов. В сб. докладов «Международной конференции «Авиация и космонавтика», с. 222, 2018 г, МАИ, Москва.

10. Жердев А.А. Применение концепции Continuous Integration для онлайн системы психометрического тестирования HT-Line. Отдельные статьи Горного информационно аналитического бюллетеня (научно-технического журнала) – 2018 г. № 7.

11. Люминарская Е.С, Селиванов К.В., Васильев И.А. Гибридная энергетика как способ электрификации географически изолированных потребителей Печ. Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2018. № 4-2 (330). С. 154-161.

12. Petrov A. The Force Acting on a Cylinder in a Ring Flow of a Viscous Fluid with a Small Eccentric Displacement Journal article Доклады Академии Наук / Doklady Physics MAIK Nauka/ Interperiodica 2018.

13. Keropyan A., Babichev Y., Sizin P. Investigation of the process of controlled starting of the open-pit locomotive for ensuring the maximum adhesion coefficient at the starting Conference proceedings article EDP Sciences MATEC Web Conf. Volume 224, 2018 International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment (ICMTMTE 2018) 2018.

14. Petrov A., Rummyantseva V. The acoustic waves propagation in a cylindrical waveguide with the laminar flow Conference proceedings article EDP Sciences MATEC Web Conf. Volume 211, 2018 The 14th International Conference on Vibration Engineering and Technology of Machinery (VETOMAC XIV) 2018.

15. Shkundin S., Rummyantseva V. Acoustic devices for breathing investigations Conference proceedings article EDP Sciences MATEC Web Conf. Volume 211, 2018 The 14th International Conference on Vibration Engineering and Technology of Machinery (VETOMAC XIV) 2018

16. Шкундин С.З., Хиврин М.В. Оптимизация канала передачи информации в многофункциональной системе безопасности угольных шахт М., Из-во «Горная книга», 2018.

**Основные научно-технические показатели в 2018 г.**

Количество статей: 40 шт. (в том числе индексируемых в Scopus и WoS 12 шт.).

Конференций, в которых участвовали сотрудники кафедры: 8 шт.

Единиц уникального оборудования: 3 шт.

**Контакты**

**Адрес:** 119991, г. Москва, Ленинский проспект, д. 4, 6

**Шкундин Семен Захарович** – Заведующий кафедрой, д-р техн. наук, проф., заслуженный деятельный науки РФ, почётный работник высшего образования РФ

Аудитория Л-725

**Тел.:** +7 (499) 237-94-67

**e-mail:** skundin@mail.ru

**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



С июля 2017 года директором института является Молчанов Геннадий Алексеевич.

**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;
- кафедра экономики и менеджмента малого предпринимательства (ЭММП);
- научно-исследовательский центр технологического прогнозирования (НИЦ ТП);

- центр новых технологий в образовании (ЦНТО);
- центр второго экономического образования (ЦВЭО).

**В институте работают:**

- профессоров – 31 чел.;
- доцентов – 44 чел.;
- старших преподавателей – 35 чел.;
- научных сотрудников и ведущих специалистов – 10 чел.;
- ассистентов – 25 чел.

Из них: 30 докторов наук; 45 кандидатов наук, 6 аспирантов.

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

Базовым научным подразделением института является Научно-исследовательский центр технологического прогнозирования (НИЦ ТП). НИЦ ТП специализируется в области прогнозирования и ретрополяции динамики сложных технических, технологических и социально-экономических систем. Результаты работы востребованы при определении эффективных траекторий стратегического развития данных систем во времени и пространстве.

**Основные научные направления деятельности НИЦ ТП**

- прогнозирование ключевых факторов, рисков, конфликтов для будущих состояний сложных систем, реализующихся в рамках основных альтернативных сценариев их развития (нормативное и изыскательское прогнозирование);
- определение закономерностей изменения показателей различной природы вне исследованных областей факторного пространства (пространственное прогнозирование);
- наукометрическое прогнозирование и прогнозирование основных показателей эффективности многостадийных технологических процессов.

Научная деятельность на кафедрах института включает в себя следующие направления:

**На кафедре БИСУП** работа ведется в направлении формирования методологии и инструментария управления бизнес-процессами предприятия средствами ERP-систем, а также опе-

ративного управление производственными процессами металлургического предприятия на основе MES-систем. Разрабатываются информационно-аналитические системы управления эффективностью бизнеса

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

**На кафедре 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.

**На кафедре Экономики** основным направлением научной деятельности в 2108 году стало исследование в области повышения эффективность производства и коммерциализации наукоемкой продукции на базе прикладных научных организаций, данная тематика получила грант РФФИ на сумму 700 тыс. руб.

Основным направлением научных работ **кафедры ЭММП** является разработка новых эффективных методов и моделей управленческой деятельности на предприятиях, относящихся к малому бизнесу.

В 2018 году на базе института ЭУПП возобновил работу **Диссертационный совет Д 212.132.17**, который начал принимать кандидатские и докторские диссертации к защите по специальности 08.00.05 Экономика и управление народным хозяйством:

– Экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами – промышленность;

– Экономика природопользования.

Работа диссертационного совета вносит свой вклад в подготовку научных кадров высшей квалификации. Сегодня в **аспирантуре** института ЭУПП реализуются программы подготовки по двум профилям: «Экономика и управление народным хозяйством» и «Экономика природопользования».

Одним из важнейших научных направлений работы 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 2018 году студентами опубликовано более 150 статей и тезисов.

Институт организует ежегодные международные студенческие практики и участие молодых ученых в международных конференциях на базе Краковской горно-металлургической академии (Польша) и Остравского горно-металлургического университета (Чехия).

Институт ЭУПП совместно с ЗАО «ОМК» при содействии РАЕН создал и издает профессиональный журнал «ЭКОНОМИКА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ». Журнал внесен в список ВАК. В настоящее время ведется работа по включению журнала в международную базу цитирования Scopus. Главным редактором журнала в 2018 году стал академик РАН, проф. В.Л. Квинт

#### **Основные результаты 2018 года**

Объем поступивших в институт средств от НИОКР по госбюджетной тематике составил более **2 млн. руб.**, финансирование внебюджетных проектов осуществлено в размере **2,2 млн. руб.** Наиболее крупный проект, успешно реализованный в течение 2017-2018 годов НИЦ ТП, направлен на определение резервов улучшения качества продукции специального назначения в условиях её многостадийного производства, выпускаемой в интересах ГК «Росатом». Общий объем финансирования данного проекта составил **5,78 млн. руб.** Кафедрой Экономики был получен грант РФФИ на сумму **700 тыс. руб.**

Сотрудниками института издано более **130 статей**, в том числе **21 статья**, индексируется в базах **Web of Science и Scopus**, более **80 в журналах из списка ВАК**; издано **13 монографий**; более **40 учебных пособий**, в том числе электронных. Ключевой показатель публикационной активности сотрудников института в 1,5 раза превысил запланированный уровень и достиг значения 1,49 статьи в базах Web of Science and Scopus в расчете на одного сотрудника за 5 лет.

В 2018 году сотрудниками института защищено 2 докторских диссертации на соискание степени доктора экономических наук, одна диссертация на соискание степени кандидата педагогических наук.

**Контакты**

**Молчанов Геннадий Алексеевич** – директор института

**Тел.: +7 (499) 237-16-14**

## 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;
- Экономические проблемы экологизации промышленного и в т.ч. металлургического производства;
- Теоретические и методологические принципы, методы, способы, механизмы, прогнозирования экономических и социальных процессов;
- Устойчивое развитие промышленных отраслей, комплексов, предприятий;
- Развитие методологии, организации и методов бухгалтерского учета, аудита;
- Проблемы организаций в системе рыночных отношений;
- Проблемы развития инновационной экономики и организационно-экономические механизмы внедрения технологических инноваций;
- Проблемы совершенствования системы высшего образования;
- Преподаватели кафедры активно участвуют в научных школах:
- «Методы и модели научно-технологического прогнозирования»
- «Экономика и управление промышленными предприятиями и развитие новых процессов».

### **Кадровый потенциал кафедры**

На кафедре работают:

- 5 – профессоров,
- 12 – доцентов,
- 6 – старших преподавателей,
- 3 – ассистента.

Из них: 3 доктора экономических наук, 12 кандидатов экономических наук, 1 кандидат педагогических наук.

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

В 2018 году выполнен грант на сумму 700 тыс. руб. 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 2018 г.**

Научные результаты:

- определены тенденции изменения производственных, экономических, социальных, экологических показателей промышленных предприятий, в том числе металлургических;
- разработана система управления рисками промышленных предприятий в условиях смены технико-экономических укладов;
- изучен процесс формирования устойчивого развития промышленности России на основе территориальных инновационных кластеров;
- разработана система смешанного обучения в условиях информатизации высшего образования.

Защищены 2 докторские и 2 кандидатские диссертации.

В 2018 г. кафедра была соорганизатором 2-х междууниверситетских мероприятий с Финансовым университетом при Правительстве Российской Федерации:

- Межвузовская научная конференция (Лесное Озеро, февраль 2018г., (9 публикаций);
- Конгресс молодых ученых по устойчивому развитию (на базе НИТУ МИСиС работала секция конгресса, май 2018 г. (10 дипломов и публикаций студентов кафедры).

В 2018 г. сотрудники и студенты кафедры участвовали в 33 международных научных мероприятиях, программе академической мобильности ERASMUS+ (AGH, Польша). Организована работа секции студенческой конференции НИТУ МИСиС «Дни науки МИСиС» и опубликовано 92 тезиса.

Подготовка специалистов высшей квалификации:

– июнь 2018 г. защищена докторская диссертация Костыговой Л.А. по спец. 08.00.05 в Диссертационном Совете ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»;

– май 2018 г. утверждена докт. дисс. Силаковой В.В. по спец. 08.00.05 в Дисс. Совете ФГБОУ ВО «Московский государственный университет дизайна и технологии»;

– декабрь 2018 г. утверждена кандидатская диссертация Ломоносовой Н.В. по спец. 13.00.08 в Диссертационном Совете МПГУ;

– декабрь 2018 г. защищена кандидатская диссертация Кружковой Г.В. по специальности. 08.00.05 в Диссертационном Совете ФГАОУ ВО «НИТУ МИСиС» под руководством д.э.н, проф. Сидоровой Е.Ю.

#### **Основные публикации**

##### *Монографии*

1. Калинин О.И., Марков С.В. Михайлова О.Ю. Комплексное управление деловой репутацией предприятий черной металлургии на основе методов количественной и качественной оценки/монография Печ. Издательство: Издательский Дом МИСиС, 2018. – 492 с. (30, 75 п.л.) ISBN 978-5-906953-27-8 30,75/25

2. Елисеева Е.Н. Методические аспекты и практическая реализация оценки экономической эффективности инноваций С. 104-131 (раздел монографии «Концепция эффективного предпринимательства в сфере новых решений, проектов, гипотез» / Под ред. М.А. Эскиндарова.- М.: Издательско- торговая корпорация «Дашков и К», 2018.- 641 с SBN 978-5-394-03052-9 (РИНЦ)

3. Костыгова, Л.А Анализ состояния и перспективы развития круговой экономики С 269 – 288. (раздел монографии «Концепция эффективного предпринимательства в сфере новых решений, проектов, гипотез» / Под ред. М.А. Эскиндарова.- М.: Издательско- торговая корпорация «Дашков и К», 2018.- 641 с. SBN 978-5-394-03052-9 (РИНЦ)

##### *Учебники*

1. Елисеева Е.Н., Таюрская Е. И. Бухгалтерский учет на промышленных предприятиях +еПриложение: тесты: учебник.- М.: КНОРУС, 2018.- 238 с. (ГРИФ УМО, РИНЦ).

2. Шмелева Н.В. Лещинская А.Ф. Экономика природопользования. Учебник для бакалавров. М.: КНОРУС, 2018 – 216 с. ISBN 978-5-406-05359-1.

3. Астафьева О.Е. Питрюк А.В. Правовые основы природопользования и охраны окружающей среды (учебник) печ. М.: Издательский центр «Академия», (3-е изд., перераб. и доп.), ISBN издания 978-5-4468-4312-1, 2018.

4. Астафьева О.Е. Авраменко А. А., Питрюк А. В. Экологические основы природопользования: (учебник для СПО) печ. М.: Издательство Юрайт, 2018. — 354 с.

##### *Учебно-методические пособия*

1. Елисеева Е.Н., Таюрская Е.И. Бухгалтерский учет и анализ. Часть 1. Учебное пособие.- Москва, Изд. Дом МИСиС, 2018.

2. Елисеева Е.Н., Жагловская А.В. Менеджмент качества: учебное пособие.- Москва, Изд. Дом МИСиС, 2018.

3. Шмелева Н.В. Экономика устойчивого развития. Учебное пособие. – М.: Изд. Дом МИСиС, 2018 – 79 с.

*Статьи в научных журналах из списка Scopus:*

1. Sidorova E., Kalinskii O., Molchanov G., Shmeleva N. Metallurgical enterprises goodwill on the basis of a rating evaluation using the optimal financial ratios.// International Journal of Mechanical Engineering and Technology, Volume 9, Issue12, December 2018, pp 1129-1140. ISSN 0976-6340.

2. Shmeleva N. «The new business model for circular economy: moving from theory to practice». 18th International multidisciplinary scientific GEO conference SGEM 2018, Sofia, Bulgaria.

3. E. Eliseeva The energy management is a key social and environmental strategy in the company // 18th International multidisciplinary scientific GEO conference SGEM 2018, Albena, Bulgaria, pp. 855-862.

4. Kostygova L. «Prospects for implementing a circular economy in industry based on territorial innovative clusters».18th International multidisciplinary scientific GEO conference SGEM 2018, Sofia, Bulgaria.

5. Muradov I., Sidorova E. «Formation of an effective corporate governance system for industrial enterprises» // 18th International multidisciplinary scientific GEO conference SGEM 2018, Albena, Bulgaria.

6. Vikhrova N. «Implementation of the resource saving concept by involving in the recycling of the titanium sheet at the metallurgical front» // 18th International multidisciplinary scientific GEO conference SGEM 2018, Albena, Bulgaria.

7. Lomonosova N., Zolkina A. Digital learning resources: Enhancing efficiency within blended higher education Оптимальные условия применения электронных образовательных ресурсов в системе смешанного обучения студентов вузов. Вестник НГПУ, 2018.

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

— количество публикаций: монографий - 7; учебников - 5; учебных пособий - 9; статей - 45, в том числе: в российских научных журналах из списка ВАК – 8; в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus - 7; публикации студентов – 92 (тезисы конференций).

— показатель цитируемости для НИП по РИНЦ (индекс Херши) – от 1 до 5;

#### **Награды**

— 6 студентов кафедры - призеры международных конкурсов и турниров,  
— 2 студента - победители Общероссийского и Всероссийского конкурсов.

#### **Контакты**

**Сидорова Елена Юрьевна** – заведующий кафедрой, доктор экон. наук, доцент

**Тел.:** +7 (916) 763–16–80

**E- mail:** ejsidorova@ya.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.
- Мотивация персонала. Измерение и анализ системы мотивации на предприятии.
- Финансовое управление компаниями разного организационного профиля.
- Финансирование компаний: инструменты, институты, стратегии.
- Оценка и управление стоимостью 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.

– Совершенствование управления поставками сырья для предприятия вторичной металлургии драгоценных металлов.

– Эффективные финансовые инструменты при реализации проектов на основе государственно-частного партнёрства в современных экономических условиях.

### **Кадровый потенциал кафедры, привлечённые и зарубежные учёные.**

На кафедре работают:

- 10 – профессоров,
- 6 – доцентов,
- 6 – старших преподавателей,
- 10 – ассистентов.

На кафедре проходят обучение 3 аспиранта.

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

– Разработаны технологии и осуществлено конструирование инструмента оценки производственных процессов на предприятиях 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 стоимостью непубличных промышленных предприятий.

– Проведена оценка предприятий на основе информационного мониторинга.

– Осуществлён информационный мониторинг организационно-управленческой системы промышленных предприятий.

– Проведена оценка контрактной деятельности промышленного предприятия как основа её дальнейшего совершенствования.

– Осуществлено прогнозирование эффективных вариантов реализации инновационного цикла создания перспективных металлических материалов для ключевых отраслей экономики на основе междисциплинарных исследований.

– Создана система управления поставками сырья для предприятия вторичной металлургии.

**Основные научно-технические показатели**

количество публикаций:

– учебные издания, опубликованные преподавателями кафедры с грифом УМО и НМС, электронные уч. издания – 18;

– монографий – 6;

– статей – 105, в том числе: в российских научных журналах из списка ВАК – 35; в научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science и Scopus – 9;

– количество конференций-36,

– количество премий и наград за научно-инновационные достижения – 1;

– 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. Alpeeva Elena, Tatyana Tolstykh, Marina Kholod, Elena Shkarupeta, Anna Zharlovskay. Approaches to integration of university education into innovation ecosystem //5 th SGEM International Multidisciplinary Scientific Conference on SOCIAL SCIENCES and ARTS. 2018. Section Business and Management 2018 С. 633-641.

2. Alpeeva E.A. Methodological issues of ranging socio-economic system according to the level of innovative development // 5 th SGEM International Multidisciplinary Scientific Conference on SOCIAL SCIENCES and ARTS. 2018. Section Business and Management 2018 С. 679-687.

3. Alpeeva Elena, Ekaterina Kharchenco, Pavel Geyderikh. Principles of forming of effective innovative company culture//5 th SGEM International Multidisciplinary Scientific Conference on SOCIAL SCIENCES and ARTS. 2018. Section Business and Management 2018 С. 787-795.

4. O.N. BYKOVA, T.K. ERMOLAEVA, O.O. SCRAYBIN. Strategies of Russian Education Internationalization Development// Revista ESPACIOS. Vol. 39 (Nº 49) Year 2018, ISSN 0798-1015 Venezuela-Scopus.

5. Kostyukhin, Y.Y. Forming the potential of scientific knowledge in applied scientific organization // INDUSTRY 4.0. ISSUE 3/2018. с.148.

6. Kruzhkova, G.V.Kostyukhin, Y.Y., Rozhkov, I.M. Choice procedure for expedient composition of electronic waste// Mining Informational and Analytical Bulletin Volume 2018, Issue 9, 2018, Pages 47-57.

7. Tolstykh T.O.,Kretova N.N., Lutsenko M.S., Trushevskaya A.A., Dedova E.S. Problems and prospects for implementing inter-dimensional and inter-industry projects in digital economy//Advances in Intelligent Systems and Computing. 2018. Т. 622.

8. Tolstykh T.O.,Shkarupeta, E.; Kostyukhin, Y. Digital Innovative Manufacturing Basing on Formation of an Ecosystem of Services and Resources// Innovation Management and Vols Education Excellence through Vision 2020, Vols I -Xi Pages: 4738-4746 Published: 2018.

9. Tolstykh T.O.,Vasin, S.; Gamidullaeva, L. From Innovation System through Institutional Transformation to Digital Innovation Ecosystem// Innovation Management and Education Excellence through Vision 2020, Vols I -Xi Pages: 4620-4633 Published: 2018.

10. Savon. D.Y., Zhaglovskaya A., Safronov A.,D. Sala. Development of patenting in coal industry// Eurasian mining, 2018. - № 1 (29). - С. 8-10.

**Награды и достижения**

Кафедра является победителем Всероссийского конкурса кафедр в номинации «ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ», проводимым Вольным экономическим обществом России.

**Контакты**

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

**Тел./факс:** (499) 236-81-50

**E-mail:** kostuhinyury@mail.ru

## 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, конкурентно-способных 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 инструментарий исследования и разработки информационных систем управления бизнес-процессами предприятия**», 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 33 человека из числа профессорско-преподавательского состава, из них:

- 2 - профессора,
- 12 - доцентов,
- 10 - старших преподавателей,
- 8 - ассистентов,

из них: докторов технических наук – 3, кандидатов наук - 18.

На кафедре преподают сотрудники ведущих ВУЗов и НИИ России (НИУ «МАИ», ИПУ РАН, Финансового Университета при правительстве РФ и др.). Занятия проводятся с привлечением специалистов ведущих консалтинговых компаний по информационным технологиям ( BearingPoint, SAP СНГ, ИНЛАЙН ГРУП, компания Айтеко Бизнес-Консалтинг, NVisionGroup, ЗАО «ГАЛАКТИКА», Deloit, Broner Metals Solutions, ООО «АНТ-Информ», АРТЭК, ООО «ВРМ Консалтинг Групп» и др.)

Профессорско-преподавательский состав кафедры активно участвует в проведении НИР. Научные результаты представлены в публикуемых статьях в научных изданиях, докладах на 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. Свиринов 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 2018 г. в рамках проведения Дней науки на кафедральную конференцию представлено 20 студенческих докладов, опубликовано 12 тезисов докладов, 1 студент получил 2-ю премию на конференции Института ЭУПП. Магистранты, обучающиеся по направлению 38.04.05 «Бизнес-информатика» - в количестве 19 чел., оформлены и работают в ведущих ИТ – компаниях, где принимают участие в выполнении реальных проектов на предприятиях. Результаты этих проектов используются ими при выполнении КНИР, в докладах на конференциях, и в дальнейшем при подготовке магистерских диссертаций.

#### **Основные научные результаты**

- Проведена систематизация сквозных бизнес-процессов в управлении предприятием на примере ПАО «Транснефть».
- Проведены исследования и анализ существующих BI - 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 2018 г.**

1. Количество публикаций: статей и докладов - 8, в том числе: в SCOPUS - 2, российских научных журналах из списка ВАК и РИНЦ – 6;
  2. Результаты доложены на 2 международных научных конференциях;
  3. Количество студентов, занятых в НИР и ОКР, имеющих публикации, чел. – 12;
  4. Внедрение инструментальных программных средств по дисциплинам кафедры, шт. – 5,
- в т.ч.:

- 1С-ERP;
- Business Studio 4;
- RunaWFE;
- AnyLogic 7.1
- ArchiMate.

Проведение бизнес-школ со студентами, в том числе с сертификацией по курсам:

- Microsoft Office;
- Archimate;
- X-mind;
- ARIS;
- Вводный курс по 1С;
- Visio Studio;

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

### Основные публикации

Статьи, индексируемые в Scopus:

1. M.S. Gasparian, I.A. Kiseleva, D.G. Korneev, S.A. Lebedev, V.A. Lebedev. Strategic analysis of risks when implementing investment projects. *Espasios*. Vol.39 (№ 27) Year 2018. Page 16.

2. Rubchinsky A. (2018) Graph Dichotomy Algorithm and Its Applications to Analysis of Stocks Market. In: Kalyagin V., Pardalos P., Prokopyev O., Utkina I. (eds) *Computational Aspects and Applications in Large-Scale Networks*. NET 2017. Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, vol 247. Springer, Cham

Статьи из списка ВАК (РИНЦ):

3. Гинсберг К.С., Генкин А.Л. К основам научной методологии структурной идентификации для цели создания реальных систем автоматического управления с требуемыми свойствами // Вестник Череповецкого государственного университета. 2018. № 3 (84). С. 24-30.

4. Смагличенко Т.А., Смагличенко А.В., Генкин А.Л., Саянкина М.К. Моделирование лучевых траекторий в технологиях просвечивания упругой среды // Информационные технологии и вычислительные системы. 2018. № 3. С. 52-58.

5. Вопросы применения архитектурного подхода при профессиональной подготовке бизнес-информатиков. В.П. Разбегин, М.В.Ушакова, А.В. Габалин. Стр 278-280.// Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2018): материалы Одиннадцатой междунар. конфер., 1 - 3 окт. 2018 г., Москва: в 2-х т. / Ин-т проблем упр. им. В.А.Трапезникова Рос.акад. наук; под общ. ред. С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. – Т. 1: Пленарные доклады, секции 1 - 7. – М.: ИПУ РАН, 2018. – 498 с. – ISBN 978-5-91450-218-6.

6. Бизнес-информатика: Основы проектноориентированного обучения на базе архитектурного подхода. В.П. Разбегин, М.В.Ушакова, А.В. Габалин. Стр 261-265// Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM – 2018): труды XVIII Междунар. молодёж. конфер., 16-18 окт. 2018 г., Москва / под ред. А.В. Толока. – М.: ИПУ РАН, 2018. – 400 с. – ISBN 978-5-91450-226-0.

7. Михеев А.Г. Методология управления финансовыми ресурсами в кредитных организациях.// Управленческие науки. 2018 - № 3 С. 32-47.

8. Рыжко А.Л. Каузальная классификация бизнес-процессов предприятия// Управленческие науки. 2018 – Т.8 № 1 С. 90-99.

### Контакты

**Пятецкий Валерий Ефимович** - заведующий кафедрой  
Тел.: (495) 955-01-06, (495) 955-61-96

## НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

**Бринза Вячеслав Владимирович**

Директор Центра,  
доктор технических наук



### **Общая информация о центре**

Научно-исследовательская деятельность Центра реализуется в области прогнозирования динамики сложных технических, технологических и социально-экономических систем. Результаты работы востребованы при решении стратегических задач определения эффективных вариантов многосценарного развития данных систем в нестабильной внешней среде. Основными задачами Центра являются:

– проведение научных исследований и разработок в области прогнозирования сложных разномасштабных систем на основе междисциплинарных методов и передовых информационных технологий;

– содействие научно-исследовательской деятельности студентов, магистрантов, аспирантов, докторантов в области технологиче-

ского прогнозирования, экономики и управления;

- упреждающий маркетинг научно-технологической продукции по тематике Центра;
- международное сотрудничество в области научной и инновационной деятельности;
- участие в инфраструктурной деятельности в сфере науки.

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

– прогнозирование ключевых факторов, рисков, конфликтов для будущих состояний сложных систем, реализующихся в рамках основных альтернативных сценариев их развития (нормативное и изыскательское прогнозирование);

– определение закономерностей изменения показателей различной природы вне исследованных областей факторного пространства (пространственное прогнозирование);

– наукометрическое прогнозирование;

– прогнозирование основных показателей эффективности многостадийных технологических процессов.

### **Кадровый потенциал.**

Штатными сотрудниками Центра являются 3 специалиста, в том числе 1 доктор технических наук. К научно-исследовательской работе привлекаются совместители – преподаватели, научные сотрудники и аспиранты институтов ЭУПП, ИТАСУ и ЭкоТех, а также специалисты-эксперты из организаций-партнеров Центра (в 2018 году – 14 человек).

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

Объем финансирования работ по госбюджетной тематике составил более 2 млн. руб., финансирование внебюджетных проектов осуществлено в размере 2,2 млн. руб.

### **Наиболее крупный проект, выполненный в 2018 году**

Наиболее крупный проект, успешно реализованный в течение 2017-2018 годов, направлен на определение резервов улучшения качества продукции специального назначения в условиях её многостадийного производства, выпускаемой в интересах ГК “Росатом”. Общий объем финансирования проекта составил 5,78 млн. руб.

### **Важнейшие научно-технические достижения в 2018 году:**

– Осуществлен многосценарный наукометрический анализ мировых потоков знаний о перспективных прецизионных материалах (термоэлектриках, магнитомягких и магнитотвердых материалах) в период до 2025 года. Для получения прогнозов привлекали тематическую информацию, предварительно сформированную в приделах ретроспективного периода с 1991 по 2017 годы. Прогнозирование потоков знаний применительно к 11-ти отраслям осуществляли с использованием разработанной процедуры в рамках применения метода качественного

моделирования на основе аппарата взвешенных орграфов. Результатами исследования явились среднесрочные инерционные прогнозы потоков знаний, а также их многосценарные прогнозы при моделировании последствий дополнительной поддержки исследовательской деятельности в альтернативных областях знаний.

— Средствами математического моделирования обобщена информация о служебных свойствах магнитных наноматериалов системы Fe-Cu после их сверхбыстрой закалки. Объектами исследований явились показатели коэрцитивной силы и намагниченности насыщения. Сформированная в ходе WEB-поиска однородная выборка исходных данных объединила около 1,5 тыс. сочетаний химического состава, факторов получения магнитных материалов и указанных показателей их свойств. Моделирование закономерностей формирования результативных магнитных свойств материалов осуществляли с использованием процедур Data Analysis. Рассмотрение результатов моделирования показало их высокую информативность, что делает целесообразным их использование для обоснования эффективных условий получения магнитных материалов широкого назначения на основе управления процессом формирования их результативных свойств в режиме “on-line”.

— Предложен комплексный методический подход для определения эффективных вариантов трансформации структурно сложных социальных систем, обеспечивающих значимое повышение их конкурентоспособности. Данный подход объединяет информационно-системный метод, процедуры, применяемые в социологических исследованиях, и метод качественного моделирования на основе аппарата взвешенных орграфов. Применение подхода обеспечило выявление и реализацию скрытых резервов деятельности социальной системы, функционирующей в сфере образования.

— Разработана модифицированная версия бенчмаркинга многостадийных технологий производства металлопродукции ответственного назначения, базирующаяся на математическом моделировании ряда альтернативных технологий и последующем использовании характеристик полученных многофакторных математических моделей для прямого сопоставления оценок управляемости различных технологических вариантов. Процедура сопоставления использовала 42 универсальных характеристики моделей, сгруппированных в составе семи их однородных групп. Результаты применения модифицированной версии бенчмаркинга использованы для обоснования совокупности рекомендаций по дальнейшему совершенствованию технологий с позиций повышения эффективности их ключевых показателей.

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

На базе Центра в течение отчетного периода вели исследования в рамках работы над диссертацией 3 соискателя ученой степени кандидата наук.

#### **Основные публикации**

1. Хван В.В., Бринза В.В., Филиппов Д.В. Реорганизация университета и трансформация структуры управления его социальным комплексом // Университетское управление: практика и анализ. 2018. Т. 22. № 4(116). С. 40-51.

2. Бринза В.В. Опережая время: научные приоритеты наследия лидера // Экономика в промышленности. 2018. Т. 11. №2. С. 134-142.

3. Гагарский Э.А., Козлов С.Г., Кириченко И.С. Тенденции российского экспорта ферросплавов и проблемы контейнеризации грузопотока // Бюллетень транспортной информации. 2018. № 2(272). С. 18-23.

Основные научные показатели:

— число статей в журналах, индексируемых в библиографической базе Web of Science – 1

— количество статей в российских журналах из списка ВАК – 3

— общее число статей – 5

— участие представителя Центра в работе Национального конгресса «Модернизация промышленности России: Приоритеты развития» в качестве приглашенного эксперта (11.12.2018)

#### **Контакты**

**Бринза Вячеслав Владимирович** – директор центра, д-р техн. наук

Тел.: (495)959-48-12

E-mail: brinzavv@misis.ru

# ИНСТИТУТ БАЗОВОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**Бешененко Татьяна Васильевна**  
Директор института



Деятельность института в области естественных и технических исследований связана с фундаментальным и прикладным научным поиском, разработкой практических задач, возникающих на пути создания и совершенствования инновационных технологических решений. Кафедры социально-гуманитарной направленности исследуют современные актуальные проблемы, позволяющие студентам расширить научное мировоззрение и связать дисциплины инженерного цикла с социальными знаниями и технологиями. Научно-исследовательская деятельность кафедр института направлена на создание научных направлений, развивающих мышление студентов, их способность к творчеству, навыки и умения научного исследования и коммуникации, позволяющие освоить современные способы повышения эффективности их деятельности.

**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 Центр региональных проектов).

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**

Сотрудники структурных подразделений института в 2018 году проводили научные изыскания по многочисленным научным направлениям. В поле зрения учёных ИБО попал широкий и разнообразный круг фундаментальных проблем в различных областях теоретической и прикладной математики, механики и математической физики, физики конденсированного состояния и физико-химических свойств горных пород, химических процессов добычи и переработки минерального сырья, интернационализации образования, межкультурной коммуникации и коммуникативных технологий, лингводидактики, философии и методологии гуманитарного, естественнонаучного и технического знания, глобальных исследований, исследований формирования у студентов установки на здоровый образ жизни, потребности в регулярных занятиях физическими упражнениями и спортом и т. д.

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 (кафедра математики);

– Грант РФФИ № 18-31-10050 мол\_г «Проект организации второго международного молодежного рабочего семинара «Математические методы в проблемах квантовых технологий» (кафедра математики);

– Грант РФФИ № 18-31-100025 мол\_г «Проект организации Международной школы молодых ученых «Моделирование и оптимизация сложных систем» (кафедра математики);

– Хоздоговор с ООО «Интермикс Мет» «Разработка технологических основ сорбционного извлечения молибдена и ванадия из возвратных растворов выщелачивания редких металлов», общим объемом финансирования 1,6 млн. руб. (кафедра химии);

– Грант РНФ 14-18-03819 «Русский мультимедийный дискурс» (кафедра ИЯКТ);

– Грант РФФИ 2018 «Управление функциональным состоянием девочек-подростков в современных условиях обучения средствами направленной физической подготовки» (кафедра ФКиЗ);

– Получен патент и свидетельство о государственной регистрации на изобретение новой методики испытания тонких образцов нанокристаллического материала (кафедра физики);

– Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, позволяющей моделировать процессы распределения пор и вакансий в аморфно-нанокристаллическом материале при лазерной обработке (кафедра физики) и др.

### **В 2018 г. были организованы и проведены следующие мероприятия:**

– V международная научно-практическая конференция «Английский для специальных/ академических целей и англоязычная среда обучения в контексте интернационализации высшего образования» (кафедра ИЯКТ).

– научные сессии по истории горной промышленности в России, а также научно-педагогической и административной деятельности академика В.В. Ржевского (к 100-летию) с выступлениями преподавателей в рамках ежегодного Международного научного симпозиума «Неделя горняка» (кафедра СНИТ);

– два общеуниверситетских конкурса научных и творческих студенческих работ: по истории Великой Отечественной войны – к 76-й годовщине начала коренного перелома в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг. и истории международного молодежного движения в связи с XIX Всемирным фестивалем молодежи и студентов в Сочи (кафедра СНИТ).

– IV межвузовская студенческая олимпиада по русскому языку и культуре речи для студентов технических вузов и межвузовский конкурс «Самый грамотный студент» (ЦРЯ).

На кафедре математики работает постоянный научно-методический семинар кафедры под руководством академика РАН В.В. Козлова и профессоров А.А. Давыдова, А.Н. Печеня и К.В. Халкечева, на котором обсуждаются последние достижения математической науки, а также новые методы и подходы в преподавании математических дисциплин.

### **Кадровый потенциал ИБО**

Кадровый потенциал института составляют 23 доктора наук и 107 кандидатов наук. В настоящее время обучаются 7 аспирантов и один соискатель, готовятся к защите 6 кандидатских и 3 докторских диссертации. На кафедре математики в настоящее время работают 2 федеральных профессора и 2 профессора РАН. Ряд преподавателей прошли повышение квалификации в «НИТУ «МИСиС» в 2018 году по дополнительной профессиональной программе «Электронные ресурсы в образовательной организации высшего образования», а также курсы повышения квалификации в других вузах России и за рубежом.

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

За 2018 г. сотрудниками ИБО было выпущено 5 монографий и 6 учебников, получено два патента на изобретения, опубликовано более 200 научных статей, в том числе в рецензируемых научных журналах, индексируемых Scopus или Web of Science – 73, журналах списка ВАК – 42, индексируемых РИНЦ – 94, сделаны доклады на 182 научных и научно-практических конференциях. Все сотрудники ИБО были награждены знаками отличия за безупречную службу МИСиС в связи с празднованием столетия Горной академии и за вклад в научную и образовательную деятельность университета.

### **Контакты**

**Бешененко Татьяна Васильевна** – директор ИБО

Тел.: +7 (495) 638-46-12

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

## КАФЕДРА ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ И КОММУНИКАТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Бондарева Лилия Владимировна**

Заведующий кафедрой,

кандидат политических наук, доцент



Научно-исследовательская работа кафедры ведется по широкому кругу вопросов в области интернационализации образования, межкультурной коммуникации, коммуникативных технологий, лингвистики, лингводидактики, информационных технологий в образовательном процессе, когнитивных механизмов процессов восприятия и порождения речи. Кафедра ИЯКТ регулярно выступает организатором научных конференций и научно-практических семинаров для специалистов в области преподавания иностранных языков с участием международных и российских экспертов.

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

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

### **Кадровый потенциал кафедры:**

27 кандидатов наук, 3 доктора наук.

### **Наиболее крупные научные проекты, выполненные в 2018 году:**

- реализация проекта по повышению качества языковой подготовки студентов бакалавриата в соответствии с международными стандартами;
- внедрение модели смешанного обучения при реализации дисциплины «Практика иностранного языка» для специалитета;
- организация и проведение V международной научно-практической конференции «Английский для специальных/академических целей и англоязычная среда обучения в контексте интернационализации высшего образования».

### **Научно-исследовательский проект:**

Грант РФФИ 14-18-03819 «Русский мультимедийный дискурс» (<http://www.multidiscourse.ru/main/>), участник – доц. *Сухова Н.В.*

### **Важнейшие научно-технические достижения кафедры:**

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

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

Ведется работа по подготовке к защите диссертации на соискание степени кандидата наук следующих преподавателей: *Горюнов Е.Г., Лугова А.Н., Пушкина Ю.В., Райлян О.В.*

Ведется работа по подготовке к защите диссертации на соискание степени доктора наук *Щавелевой Е.Н.*

В 2018 году сотрудники кафедры *Беляков Д.А.* и *Луценко Н.О.* защитили кандидатские диссертации.

**Основные публикации:**

1. *Абрамова Я.К., Семина А.И.* Использование обучающих мобильных приложений по русскому языку как иностранному в проектно-ориентированном краткосрочном обучении китайских студентов. *Перспективы науки*. Вып. 11 (110). Тамбов, 2018. – С. 154-158.

2. *Авдеева Ю.А., Устиновская А.А.* Проблематика внедрения смешанного обучения в вузах. *Управление образованием. Сетевое издание*. Вып. 2 (30), 2018. – С. 34-41. URL: <https://iuoao.ru/2018-№-2-июнь-2018-г-выпуск-30/> (Дата обращения 02.03.2019).

3. *Беляков Д.А.* «Человек равновесия»: о политических взглядах Томаса Манна. *Вестник Московского лингвистического университета. Гуманитарные науки*. Вып. 7 (798), 2018. – С. 49-57.

4. *Гумовская Г.Н., Третьякова А.И.* Коммуникативные стратегии и тактики достижения согласия и проблемы их типологизации. *Иностранные языки в высшей школе*, № 3 (46), 2018. – С. 53-59.

5. *Каширина К.Ю., Крыкова И.В.* Оценка качества перевода при локализации компьютерных игр нового поколения. *Социальные и гуманитарные науки на Дальнем Востоке*. Т. XV, Вып. 1, 2018. – С. 124-131.

6. *Луценко Н.О.* Политика и управление в социальной сфере. Введение в предмет/ под ред. Н.С. Григорьевой, А.И. Соловьева. Аргатак-медиа А. Соловьева, М., 2018.

7. *Никитина М.С.* Влияние ценностных представлений латиноамериканцев на использование эмоционально-оценочных суффиксов в речи. *Вестник Московского государственного областного университета (Электронный журнал)*. 2018. № 2. с. 330-341.

8. *Потанина Л.Т.* Современные информационно-коммуникационные средства в системе подготовки педагога для дошкольного образования. *Педагогическое образование и наука*, № 5, 2018. – С. 122–127.

9. *Потанина Л.Т.* Прагматическое / непрагматическое видение мира как показатель нравственного развития школьника. *Вопросы психологии*, № 5, 2018. – С. 23–32.

10. *Сосунова Г.А.* Концепт «la lutte» (борьба) во французском таможенном дискурсе. *Язык и культура*. Томск: Изд-во Томского государственного университета, № 44 – 2018. – С. 106–119.

11. *Тимошенко Т.Е.* Русский язык и культура речи: сборник нестандартных заданий. М: Изд. Дом НИТУ «МИСИС», 2018. – 56 с.

12. *Таканова О.В.* L'écologie et la sécurité du travail: Учебное пособие. М.: ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2018. – 91 с.

13. *Alipichev A.Yu., Gotovtseva I.P., Takanova O.V.* Le composant professionnalisant du français langue étrangère à l'Université agraire. *Linguae. European Scientific Language Journal*. Issue 12 (01XL) 05, 2019. – Pp. 50-65.

14. *Bogatikova Yu.A.* Correlation of Terms 'Fiction' – "Nonfiction" in Biographical Works by Peter Ackroyd. *The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences*, 2018 – Pp. 193-198.

15. *Evdokimova A.A., Sukhova N.V.* Movements and Meanings Overlap in Cephalic Annotation // Восьмая Международная конференция по когнитивной науке, 18 – 21 октября 2018 г., Светлогорск, Россия. Тезисы докладов. С. 1294-1296.

16. *Pushkina Yu.V., Schaveleva E.N.* Development of personal competencies within pre-service teacher training: a case study of a Russian university. *EDULEARN18 Proceedings. 10th International Conference on Education and New Learning Technologies*, 2018. – Pp. 2983-2987.

17. *Schaveleva E.N., Iatcenko A.I., Kuznetsov A.N.* 360-degree feedback for teacher's portfolio development: research in quality assurance at the university level. *EDULEARN18 Proceedings. 10th International Conference on Education and New Learning Technologies*, 2018. – Pp. 2995-3000.

18. *Sukhova N.V., Nikolaeva Yu.V.* Towards Interchannel Correlation Between Cephalic and Manual Movements in a Russian Multimodal Discourse // Восьмая Международная конференция по когнитивной науке, 18 – 21 октября 2018 г., Светлогорск, Россия. Тезисы докладов. С. 1323-1325.

**Перечень уникального оборудования:**

– Лаборатория *Trados* для реализации дисциплины «Информационные технологии в переводе»;

– Мультимедийное оборудование аудиторий для реализации дисциплины «Практика иностранного языка».

**Основные научно-технические показатели:**

Количество публикаций: монографий – 3, статей – 81 (в том числе в российских научных журналах из списка ВАК – 9, в научных журналах, индексируемых в базе РИНЦ – 30, индексируемых в базе Web of Science – 5, Scopus – 2);

Сотрудники кафедры 24 раза прошли курсы повышения квалификации в вузах России и за рубежом, многие получили международные сертификаты.

Количество конференций, в которых приняли участие сотрудники кафедры, 93.

Готовятся к защите диссертации на соискание степени кандидата наук – 4; на соискание степени доктора наук – 1.

**Награды и премии:**

Серебряный знак НИТУ МИСиС награда к 100-летию – 2 сотрудника;

Памятный знак НИТУ МИСиС награда к 100-летию – 28 сотрудников;

Медаль «За безупречную службу МИСиС» II степени – 6 сотрудников;

Медаль «За безупречную службу МИСиС» III степени – 6 сотрудников;

Почетная грамота НИТУ МИСиС награда к 100-летию – 8 сотрудников;

Благодарность НИТУ МИСиС награда к 100-летию (МГА) – 58 сотрудников.

**Контакты**

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

**Тел.:** (495) 236-42-63

**E-mail:** english@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 технологических процессов находятся в фокусе исследований сотрудников кафедры. Кафедра обучает студентов университета по всем базовым математическим курсам, и наша основная задача – интеграция современного математического образования с различными дисциплинами инженерного цикла.

### Основные направления научно-исследовательской работы кафедры

1. Качественная теория дифференциальных уравнений и математической теории оптимальных процессов (Давыдов А.А., д.ф.-м.н., проф.).
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., профессор 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 для процессов теплопроводности и диффузии, исследование возникающих 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., профессор).
6. Исследования в области оснований статистической механики и кинетики, проблемы необратимости времени, квантовой динамики в ограниченных областях и квантовой криптографии (Трушечкин А.С. к.ф.-м.н., доц.).
7. Теория случайных матриц, их спектральные свойства 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 2018 г. (более 5 млн. руб.)

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.
- Грант РФФИ № 18-31-10050 мол\_г «Проект организации второго международного молодежного рабочего семинара «Математические методы в проблемах квантовых технологий»
- Грант РФФИ № 18-31-100025 мол\_г «Проект организации Международной школы молодых ученых «Моделирование и оптимизация сложных систем».

#### Важнейшие научно-технические достижения в 2018 г.

1. Ведущий научный сотрудник кафедры А.Н. Печень принял участие в работе Генеральной ассамблее Международного математического союза, прошедшей 29-30 июля 2018 года в Сан-Паулу, Бразилия. На Ассамблее была поддержана заявка от России на проведения Всемирного математического конгресса 2022 года в г. Санкт-Петербурге (Печень А. Н. “Международный конгресс математиков 2018 года: от Рио-де-Жанейро к Санкт-Петербургу”, *УМН*, 73:6(444) (2018), 211–217; Е. Кинякина. В России впервые пройдет Всемирный математический конгресс. «Forbes Russia» (31 июля 2018)).

2. В задаче максимизации вероятности перехода  $n$ -уровневой квантовой системы из заданного начального состояния в заданное конечное с помощью неселективных квантовых измерений найдена последовательность измерений, являющаяся критической точкой вероятности перехода и, кроме того, локальным максимумом по каждой из переменных на множестве одномерных проекторов. Рассмотрен квантовый протокол распределения ключей с дифференциальным фазовым сдвигом, представляющий высокий интерес из-за относительно простой практической реализации, и проанализирована новая атака на него, основанная на извлечении информации из части каждого связанного состояния с последующим принятием решения о блокировке остальной части в зависимости от количества извлеченной информации. Найдены условия для оптимальных параметров этой атаки. Данный результат имеет высокую важность как обнаруживающий потенциальную уязвимость в одном из ключевых практических протоколов квантовой криптографии (Печень А.Н.).

3. Для расширенной группы аделей Бейлинсона-Паршина на арифметической поверхности, сюръективно расслоенной над кольцом целых чисел, с учетом слоя этой поверхности над вещественным нормированием поля рациональных чисел, доказано, что после выбора горизонтальной арифметической кривой факторгруппа группы описанных аделей представима в виде короткой точной последовательности, явно выписываемой в зависимости от выбранной кривой. (Осипов Д.В.).

4. Даны оптимальные (в терминах моментов останова и с точностью до константы) оценки произвольных моментов максимума фрактального броуновского движения (=ФБВ) на случайном интервале от 0 до любого момента останова данного процесса, основанные на новом представлении фрактального броуновского движения через семейство марковских процессов, которые суть решения некоторых стохастических дифференциальных уравнений. Это представление дополняет известные в литературе результаты и позволяет в ряде случаев сводить анализ свойств (ФБВ) к анализу свойств марковских процессов. (Яськов П.А.).

5. В теории открытых квантовых систем получено необходимое и достаточное условие того, что заданный оператор плотности является стационарным решением для некоторого класса уравнений Линдблада. Предложен новый протокол квантового распределения ключей, использующий псевдослучайные состояния, и доказана его стойкость против атаки «перехват-перепосыл». Доказан общий результат о невозможности существования безусловно стойкого квантового поточного шифра, если длина сообщения намного превышает длину ключа. В теории кинетических уравнений доказано существование микроскопических решений уравнения Больцмана–Энскога для газа из твердых шаров, которые имеют вид суммы дельта-функций и соответствуют точной динамике конечного числа твердых шаров (Трушечкин А.С.).

6. На кафедре работает научно-методический семинар кафедры под руководством академика РАН В.В. Козлова и профессоров А.А. Давыдова, А.Н. Печеня и К.В. Халкечева, где обсуждаются последние достижения науки, новые методы и подходы в преподавании математики.

#### **Кадровый потенциал кафедры**

составляют 2 ведущих научных сотрудника, 6 профессоров, 20 доцентов, 16 старших преподавателей, 1 ассистент, 3 инженера (из них 2 кандидата наук). В том числе докторов наук – 7, кандидатов наук – 21, а также 2 федеральных профессора и 2 профессора РАН.

#### **Основные публикации сотрудников кафедры за 2018 год**

1. T. Manzoor, E. Rovenskaya, A. Davydov, A. Muhammad, “Learning Through Fictitious Play in a Game-Theoretic Model of Natural Resource Consumption”, *IEEE Control Systems Letters*, 2:1 (2018), 163 – 168.

2. A. Davydov, “Normal forms of linear second order partial differential equations on the plane”, *Sci China Math*, 61 (2018), 1-16; <https://doi.org/10.1007/s11425-017-9303-0>.
3. N. B. Il'in, A. N. Pechen', “Critical point in the problem of maximizing the transition probability using measurements in an nn-level quantum system”, *Theoret. and Math. Phys.*, 194:3 (2018), 384–389.
4. N. B. Ilin, A. N. Pechen, “Conditions for the absence of local extrema in problems of quantum coherent control”, *Proc. Steklov Inst. Math.*, 301 (2018), 109–113.
5. A. S. Avanesov, D. A. Kronberg, A. N. Pechen, “Active beam splitting attack applied to differential phase shift quantum key distribution protocol”, *P-Adic Numbers Ultrametric Anal. Appl.*, 10:3 (2018), 222–232.
6. K. A. Lyakhov, A. N. Pechen, H.-J. Lee, “The efficiency of one-line versus multi-line excitation of boron isotopes within the method of selective laser assisted retardation of condensation”, *AIP Advances*, 8 (2018), 95325, 10 pp.
7. A. A. Bobrov, V. S. Vorob'ev, B. V. Zelener. Transfer coefficients in ultracold strongly coupled plasma. // *Physics of Plasmas* 25, 033513 (2018); doi: 10.1063/1.5010146.
8. Д. В. Осипов, “Арифметические поверхности и адельные факторгруппы”, *Изв. РАН. Сер. матем.*, **82**:4 (2018), 178–198.
9. А. Б. Жеглов, Д. В. Осипов, “О первых интегралах линейных гамильтоновых систем”, *Доклады Академии наук*, **483**:5 (2018).
10. А. С. Трушечкин, “Нахождение стационарных решений уравнения Линдблада посредством исследования функционала производства энтропии”, *Комплексный анализ, математическая физика и приложения*, Сборник статей, Тр. МИАН, **301**, МАИК «Наука/Интерпериодика», М., 2018, 276–286.
11. A. S. Trushechkin, P. A. Tregubov, E. O. Kiktenko, Yu. V. Kurochkin, A. K. Fedorov, “Quantum key-distribution protocol with pseudorandom bases” // *Phys. Rev. A*, **97**:1 (2018), 12311.
12. M. Pulvirenti, S. Simonella, A. Trushechkin, “Microscopic solutions of the Boltzmann-Enskog equation in the series representation”, *Kinet. Relat. Models*, 11:4 (2018), 911–931.
13. A. K. Fedorov, E. O. Kiktenko, A. S. Trushechkin, “Symmetric Blind Information Reconciliation and Hash-function-based Verification for Quantum Key Distribution”, *Lobachevskii J. Math.*, 39:7 (2018), 992–996.
14. Pavel Yaskov, “A maximal inequality for fractional Brownian motions”, *J. Math. Anal. Appl.*, 2018, V. 472, Issue 1, 11-21; DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmaa.2018.10.036>.
15. N. A. Belov, E. A. Naumova, V. V. Doroshenko, N. N. Avxentieva. Combined Effect of Calcium and Silicon on the Phase Composition and Structure of Al-10% Mg Alloy *Russian Journal of Non-Ferrous Metals*, 2018, Vol.59, No. 1, pp. 67-75.
16. Ушаков В. К. Анализ затрат на создание и эксплуатацию шахтных вентиляционных систем с целью повышения безопасности труда. печ. ГИАБ, № 6. – 2018.– М.: Изд-во «Горная книга», сс. 214-221.
17. A. V. Borisov, P. E. Sizin. On the Neutrino Millicharge. *Physics of Atomic Nuclei*, 2018, Vol. 81, № 5, P. 583–587.
18. B. V. Loginov, Yu. B. Rousak, L. R. Kim-Tyan. Differential Equations with Degenerate Operators at the Derivative Depending on an Unknown Function. *Journal of Mathematical Sciences*, September 2018, Volume 233, Issue 6, pp 875–904.

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

Количество публикаций: статей – 25, в том числе: в российских научных журналах из списка ВАК – 6, в научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science – 11, Scopus – 19, РИНЦ – 10; в 2018 году сотрудники кафедры приняли участие в 23 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

Кафедра общей и неорганической химии имеет основной задачей формирование научных знаний в области химии для обучающихся в университете на различных уровнях подготовки по всем реализуемым 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 обогащительных процессов.
- Разработка процессов и аппаратов для гидрохимической переработки руд и отходов обогащительного и металлургического производства, минерализованных природных вод.
- Разработка технологий для рециклинга стоков горно-обогатительного и нефтеперерабатывающего производства.

**Кадровый потенциал подразделения**

На кафедре ОиНХ работают 3 доктора технических наук, 6 кандидатов химических наук, 8 кандидатов технических наук.

**Основные научно-технические показатели 2018 года**

В рамках кафедры завершена реорганизация учебно-научной лаборатории 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 их переработки; очистка и анализ водных сред (реагентов и стоков); рудоподготовка; обогащение руд и переработка отходов; сорбция и экстракция, электроэкстракция.

Создание специализированной учебно-научной лаборатории горно-химических процессов в рамках кафедры общей и неорганической химии создало научную базу для подготовки магистров, а также подготовки кадров высшей квалификации в области процессов переработки горно-химического сырья с применением современных химических и физико-химических технологий.

В 2018 г. согласно календарным планам выполнялись следующие НИР: Хоздоговор с ООО «Интермикс Мет». 01.01.2018 – 30.04.2018 «Разработка технологических основ сорбционного извлечения молибдена и ванадия из возвратных растворов выщелачивания редких металлов» (руководитель проф. Соколова Ю.В.). Общий объем финансирования 1,6 млн. руб.

На кафедре ОиНХ непрерывно ведется работа по подготовке кадров высшей квалификации. Под руководством преподавателей кафедры выполняют исследовательские работы и готовят кандидатские диссертации два очных аспиранта (один из Монголии). К кафедре прикреплен один соискатель (из Монголии), успешно доложивший работу на научном семинаре кафедры.



**И.О. Зав.кафедрой, доцент Пестряк И.В. и руководитель научной лаборатории проф. Морозов В.В. проводят электрохимические исследования на минералах**



**Аспирант кафедры Эрдэнэзул Жаргалсайхан в процессе исследования продуктов обогащения медно-молибденовых руд**



**Старший преподаватель Лезова С.П. и аспирант кафедры Эрдэнэзул Жаргалсайхан в лаборатории кафедры ОиНХ проводят исследования по разработке режимов обогащения медно-молибденовых руд**



Публикационная активность преподавателей и сотрудников кафедры проявилась в журнальных статьях в представительных изданиях и участии в научных конференциях. В 2018 г. преподавателями и сотрудниками кафедры было опубликовано: 15 научных статей, в т.ч.: Scopus и WoS – 10, в российских журналах из списка ВАК – 3.

**Публикации в научных журналах, индексируемых в базе данных Scopus**

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 // Proceedings of IMPC 2018, Moscow, Russia. -2018. -Pp.2486-2496.

2. **Morozov V.V.,** Ganbaatar Zorigt, Delgerbat Lodoy and Morozov Y.P. Modern method and systems of optical ore grade analysis by processing of copper-molybdenum ores // Proceedings of IMPC 2018, Moscow, Russia. - 2018. - Pp. 52-60.

3. **Pestriak I, Morozov V.** Erdenetuya Otchir Modelling and development of recycled water conditioning of copper-molybdenum ores processing // International Journal of Mining Science and Technology. In Press. <https://doi.org/10.1016/j.ijmst.2018.11.028>

4. Rogatkina E. Y., Ivanova A. S., Rodionov A. N., Peregudov A. S., Korlyukov A. A., Volodin A. D., Belousov Y. A., **Simenel A. A.**, The study of regioselectivity of ferrocenylalkylation of n,s- heterocycles in aqueous-organic media, ARKIVOC, vol. 2018, no. 5, pp. 272–282, 2018.

5. Straumal P.B., **Stakhanova S.V.,** Wilde G., Divinski S.V.. 44Ti self-diffusion in nanocrystalline thin TiO<sub>2</sub> films produced by a low temperature wet chemical process // Scripta Materialia. – 2018. - V. 149. - P. 31-35

6. Snegur M. V. Lyapunova, D.D. Verina, V.V. Kachala, A.A. Korlyukov, M.M. Ilyin, V.A. Davankov, L.A. Ostrovskaya, N.V. Bluchterova, M. M. Fomina, V.S. Malkov, K.V. Nevskaya, A.G. Pershina, **Simenel A.A.**, “Nitro-imidazoles in ferrocenyl alkylation reaction. synthesis, enantiomeric resolution and in vitro and in vivo bioeffects, ”Journal of Organometallic Chemistry, vol. 871, pp. 10–20, 2018. [ DOI ]

7. **Морозов В. В., Пестряк И. В., Эрдэнэзул Ж.** Влияние концентрации неионогенного собирателя — аллилового эфира амиксантогеновой кислоты на флотацию медно-молибденовых руд // Цветные металлы. - 2018. - №11. –С.14-20.

8. Чантурия В.А., Двойченкова Г.П., **Морозов В.В.** и др. Экспериментальное обоснование состава люминофоров для индикации алмазов в условиях рентгенолюминесцентной сепарации кимберлитовых руд // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2018. № 3. - С. 112-120.

9. **Эрдэнэзул Ж., Морозов В.В.** Оптимизация крупности измельчения медно-молибденовых руд с использованием модель-ориентированных критериев // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2018. № 8. С. 176-183.

10. Махрачев А.Ф., Двойченкова Г.П., **Лезова С.П.** Исследование и оптимизация состава компаундных собирателей для пенной сепарации алмазов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). -2018. -№10. –С. С.178 – 185.

#### **Публикации в российских научных журналах из списка ВАК**

1. Пестряк И.В., Морозов В.В. Исследование влияния ионов меди на поверхностные свойства и флотируемость молибденита // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2018. № 3. – С. 72-81.

2. Соколова Ю.В., Пирожено К.Ю. Исследование сорбции скандия на волокнистом азотфосфорсодержащем ионите // Сорбционные и хроматографические процессы. 2018. Т.18. Вып. 3. С. 916-923.

3. Харламова Т.А., Алафердов А.Ф., Маслова О.В., Петренко Д.Б. Методы удаления ионов Fe(II) из воды: теория и практика // Гальванотехника и обработка поверхности. 2018. Т. XXVI. №3. С.46-58.

#### **Публикации в научных журналах, индексируемых в базе данных РИНЦ**

1. **Хурлчулуун Ишген, Морозов В.В.** Исследование и оптимизация замкнутого цикла дробления медно-молибденовой руды // Горные науки и технологии. - 2018. - №4. - С. 18-24.

2. **Эрдэнэзул Ж., Морозов В.В.** Исследование влияния крупности измельчения на концентрацию собирателя и флотацию медно-молибденовых руд // В сборнике: Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья Материалы XXIII Международной научно-технической конференции, проводимой в рамках XVI Уральской горнопромышленной декады. 2018. - С. 451-455.

3. **Поливанская В.В., Морозов В.В.** Повышение эффективности флотации апатит-штаффелитовых руд путем регулирования агрегативной устойчивости шламов // В сборнике: Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья Материалы XXIII Международной научно-технической конференции, проводимой в рамках XVI Уральской горнопромышленной декады. – Екатеринбург, 2018. – С. 109-112.

4. **Хурлчулуун И., Морозов В.В.** Оптимизация дробления медно-молибденовой руды в замкнутом цикле // Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья. Материалы XXIII Международной научно-технической конференции, проводимой в рамках XVI Уральской горнопромышленной декады. Екатеринбург, 2018. –С.6-10.

5. **Пестряк И.В., Морозов В.В.** Исследование кинетических параметров активации молибденита ионами меди // Труды Международного симпозиума «Плаксинские чтения – 2018». Москва, 2018.

6. **Соколова Ю.В., Пирожено К.Ю.** Извлечение скандия из возвратных растворов скважинного подземного выщелачивания урана //Труды конф. Современные инновационные технологии в горном деле и при первичной переработке минерального сырья. Москва. ВНИПИПТ. 2018. С. 88-96.

7. **Соколова Ю.В., Белкина И.С., Муратов Д.С.** Исследование характеристик отработанного катализатора гидроочистки дизельного топлива //Мат. 3 Всероссийской науч. конф. Актуальные проблемы теории и практики гетерогенных катализаторов и адсорбентов. ФБГОУ ВО Иван. гос. хим.-технол. Ун-т. Иваново. 2018. Т. 2. С. 261 – 262.

8. **Абдурахмонов О.Э., Семенов С.А., Соколова Ю.В.** Экстракционные методы извлечения скандия из красных шламов // Тез. конф. Экстракция и мембранные методы в разделении веществ. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева. 2018. С. 36-38.

9. Махрачев А.Ф., Двойченкова Г.П., **Лезова С.П.** Исследование и применение компаундных собирателей для пенной сепарации алмазосодержащих кимберлитов // Труды межд. конф. «Науч. основы и практика переработки руд и техногенного сырья. - Москва, 2018. – С. 37-40.

10. Каверина А.А., **Стаханова С.В.** К вопросу о формировании и способах оценки естественнонаучной грамотности школьников при обучении химии // В сборнике: Естественнонаучное образование: проблемы оценки качества сборник. Сер. «Методический ежегодник Химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова» Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Химический факультет. Москва, 2018. С. 116-133.

11. Медведев Ю.Н., **Стаханова С.В.** Контрольные измерительные материалы: реальность и перспективы // Химия в школе. – 2018. – № 1. – С. 23-29.

12. **Стаханова С.В., Свириденкова Н.В.** Неметаллы IVA группы: углерод, кремний // Химия для школьников. – 2018. – № 1. – С. 1-20

13. **Стаханова С.В., Свириденкова Н.В.** Характерные химические свойства металлов. Металлы IA-IIIА групп // Химия для школьников. – 2018. – № 2. – С. 1-20

14. **Стаханова С.В., Свириденкова Н.В.** Металлы побочных подгрупп // Химия для школьников. – 2018. – № 3. – С. 1-20

15. **Стаханова С.В., Свириденкова Н.В.** Окислительно-восстановительные реакции. Реакции ионного обмена. Рекомендации по выполнению заданий 30 и 31 ЕГЭ по химии // Химия для школьников – 2018. – № 4. – С. 1-20.

16. **Тер-Акопян М.Н.** Сочетание традиционной и электронной форм преподавания химии в технологическом университете / М.Н. Тер-Акопян // В сборнике «Новые информационные технологии в образовании и науке», вып. 1, 2018. По материалам 11 межд. конф. Екатеринбург, ООО «Изд-во УМЦ УПИ», 2018, С. 79–83.

#### Конференции (международные тезисы)

1. 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 // Proceedings of 22nd International Conference on Environment and Mineral Processing. – Ostrava-Poruba, Czech Republic. – 2018. – Pp. 103-108.

2. Dvoichenkova G., Chanturiya V., **Morozov V.**, Podkamenny Y., Kovalchuk O. The study of the origin of hydrophilic coatings on the surface of diamond in the processing of metasomatically altered kimberlites // Proceedings of 22nd International Conference on Environment and Mineral Processing/ - Ostrava-Poruba. Czech Republic. -2018. – Pp. 71-75.

3. **Erdenezul Jargalsaikhan, Khurelchuluun Ishgen.** Process optimization of grinding and flotation of copper-molybdenum ores with the use of model-based criteria // Proceedings of 22nd International Conference on Environment and Mineral Processing/ – Ostrava-Poruba. Czech Republic. – 2018. – Pp. 152-154.

#### Публикации в других изданиях

1. Каверина А.А., Медведев Ю.Н., Молчанова Г.Н., Свириденкова Н.В., Снастина М.Г., **Стаханова С.В.** Я сдам ЕГЭ! Химия. Курс самоподготовки. Технология решения заданий. Учебное пособие – М.: Просвещение, 2018. – 256 с.

2. Каверина А.А., Медведев Ю.Н., Молчанова Г.Н., **Свириденкова Н.В.**, Снастина М.Г., **Стаханова С.В.** Я сдам ЕГЭ! Химия. Типовые задания. Учебное пособие – М.: Просвещение, 2018. – 256 с.

3. Каверина А.А., Медведев Ю.Н., Молчанова Г.Н., **Свириденкова Н.В.**, Снастина М.Г., **Стаханова С.В.** Единый государственный экзамен. Химия. Комплекс материалов для подготовки учащихся. Учебное пособие – М.: Интеллект – Центр, 2018. – 255 с.

4. Каверина А.А., **Свириденкова Н.В.**, Снастина М.Г., Стаханова С.В. ЕГЭ-2018. Химия. Типовые экзаменационные варианты. 30 вариантов. Учебное пособие – М.: Национальное образование, 2018. – 367 с.

5. **Тер-Акопян М.Н., Балашова О.М., Лобанова В.Г.** Опыт популяризации химии среди школьников в рамках проекта «Университетские субботы»/ Наука через призму времени – 2018, №10, ч.2, С. 180-184.

Сотрудники кафедры принимали участие в 9 научных и научно-практических конференциях, из них в России – 8. На этих форумах было представлено 16 докладов. Опубликовано 14 тезисов, 11 из которых представленных в базе РИНЦ.

**Контакты**

**Пестряк Ирина Васильевна** – и.о. заведующего кафедрой, канд. техн. наук  
Кафедра ОиНХ, К-320,  
Институт базового образования НИТУ МИСиС,  
**Адрес:** Крымский вал, 3. Москва, 119049, РФ

## 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**

— Проблемы философии и методологии гуманитарного, естественнонаучного и технического знания, общих проблем научных исследований и технологий.

- История и философия науки и техники.
- История философии (античность, средние века, новое время, новейшее время).
- История и философия мировой и отечественной культуры, искусства (от древности до наших дней).
- История и философия религии.
- Философские проблемы гуманитарных наук.
- Русская философия (Л. Толстой, Ф. Достоевский, К. Кавелин, Л. Андреев).
- Глобальные исследования и глобальный эволюционизм.
- Методология ноосферных исследований.
- Проблемы перехода к устойчивому развитию.
- Глобальные революции в науке и образовании.
- Социально ориентированный подход к созданию и развитию образовательных технологий XXI века;
- Антропобиология языка и культуры.
- История Второй мировой войны.
- История Московского горного института.
- Методология и методика патриотического воспитания студенческой молодежи.
- Историография молодёжного движения на Западе.
- Проблемы психодиагностики и психологической коррекции в студенческой среде.
- Проблема персональной эффективности в инженерном образовании.
- Социальная этика инженера, корпоративная этика, профессиональный и информационный этикет.
- Прикладная культурология.
- Социологический анализ медиа и контекстов коммуникации.
- Формирование ценностей и ценностное ориентирование в современном обществе.
- Горное право.

### **Кадровый потенциал кафедры**

На кафедре в 2018 г. работали: 2 профессора; 15 доцентов; 4 ст. преподавателя; 1 ассистент, 2 инженера 1 кат.

Из них: 2 доктора философских наук, 5 кандидатов философских наук, 4 кандидата исторических наук, 1 кандидат психологических наук, 1 кандидат юридических наук, 1 кандидат политических наук, 1 кандидат технических наук.

Всего на кафедре работают 23 человека, из них 21 человек - ППС, процент остепенённости составляет 72 %, средний возраст – 46 лет.

#### **Проекты, выполненные кафедрой в 2018 г.**

1. Организованы и проведены два общеуниверситетских конкурса научных и творческих студенческих работ: по истории Великой Отечественной войны – к 75-й годовщине начала коренного перелома в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг. и истории международного молодёжного движения в связи с XIX Всемирным фестивалем молодёжи и студентов в Сочи.

2. Проведены научные сессии «История горной промышленности в России», «Научно-педагогическая и административная деятельность академика В.В. Ржевского (к 100-летию)» с выступлениями преподавателей кафедры СНИТ и студентов в рамках Международного научного симпозиума «НЕДЕЛЯ ГОРНЯКА».

3. Совместно с Приемной комиссией и профильными кафедрами НИТУ «МИСиС» осуществлялась работа по профориентации и профнавигации выпускников школ. В 2018 г. подготовлен первый выпуск по дополнительной профессиональной программе повышения квалификации (учащиеся бакалавриата, специалитета, магистратуры, аспирантуры) «Тьюторское сопровождение участников смен инженерно-технической направленности в детских образовательных центрах» (учебная программа разработана на кафедре СНИТ). Обучающиеся по данной программе были задействованы в программах НИТУ «МИСиС» в реализации программы профнавигации и профориентации инженерной подготовки в образовательных центрах «Артек» и «Сириус». В 2018–2019 учебном году по этой программе проходит обучение вторая группа. Завершение обучения запланировано на апрель 2019 г. Все выпускники получают документ о прохождении дополнительной профессиональной программы.

4. Для англоязычных аспирантов МИСиС подготовлен учебно-методический комплекс по истории и философии науки, в котором рассмотрены важнейшие вопросы философии, истории и методологии науки для подготовки к кандидатскому минимуму. Рассмотрены историко-культурные, социальные, мировоззренческие аспекты истории и философии науки, структура и функции науки в обществе, функционирование научных школ и научно-исследовательских программ. Проанализированы основные достижения классиков философии науки XX в. Предложены отрывки из их произведений для самостоятельной и аудиторной работы.

5. Кафедрой провела конкурсы студенческих научных работ, посвященных 100-летию МГА, 75-летию коренного перелома в Великой Отечественной войне и XIX Всемирному фестивалю молодежи и студентов и более 20 студентов первого курса НИТУ МИСиС – победители и призеры конкурсов были награждены в феврале 2018 г. администрацией университета почетными дипломами.

6. В контексте преподавания учебной дисциплины “Персональная эффективность” (рабочая программа дисциплины, практические занятия, актуальное тестирование) разработаны и внедрены “гибкие навыки” (soft skills), вырабатывающие у обучающихся независимое и критическое мышление, креативность, умение сотрудничать в команде, работать над научными, творческими и бизнес-проектами и общаться с клиентами и деловыми партнерами.

#### **Важнейшие научно - технические достижения кафедры в 2018 г.**

Завершена публикация серии монографий и цикла статей в журналах из списка Web of Science и Scopus по методологии социального и междисциплинарного научного поиска и инновационной актуальной фундаментальной проблематике - глобальным исследованиям и глобальному эволюционизму.

Для аспирантов и соискателей МИСиС подготовлен учебник по истории и философии науки, в котором рассмотрены важнейшие вопросы философии, истории и методологии науки для подготовки к кандидатскому минимуму.

На основе текстуального анализа диалогов Платона осмыслены и реконструированы диалектические идеи античного мыслителя о природе, месте и трагической судьбе философов в историческом государстве.

Исследован феномен бунта в экзистенциализме на примере литературно-философского творчества Леонида Андреева и философии Альбера Камю.

Подробно проанализированы философские взгляды К. Д. Кавелина.

Проведен герменевтический анализ концептуальных отношений художественной поэтики феноменологического романа Пруста и трансцендентального метода Шеллинга.

Установлены особенности антилиберализма О. Шпенглера – принципиального противника любой либеральной идеологии, неспособной, по мнению философа, восстановить Германию после войны из разлуки.

Рассмотрены проблемы личностного самоопределения и морального выбора в ситуации слома мировоззренческих парадигм и социальных традиций в философско-художественных концепциях классиков кинематографа XX в. (Ж.-Л. Годар, К. Шахназаров).

Проанализирован числовой символизм античной мифологии на примере эпических поэм Гесиода и Гомера.

Исследованы проблемы философии К.Э. Циолковского: перспективы эволюции социума и индивида (детерминанты и направления).

Показано, что, включившись в состав космонавтики, космический майнинг будет способствовать формированию внеземной основы будущего широкого освоения космоса человечеством.

Раскрыта роль взаимодействия общества и природы в глобальной (универсальной) эволюции, причём особое внимание уделено глобальным процессам и переходу цивилизации к устойчивому будущему.

Проанализирована современная историография патриотического воспитания российского студенчества.

Исследован исторический опыт деятельности Московского горного института в годы Великой Отечественной войны.

Выявлена роль Шахтинского процесса 1928 г. как «силового» пути формирования новых инженерных кадров из специалистов дореволюционной школы в условиях форсированной модернизации страны.

Исследованы проблемы функционирования угольной отрасли страны в различные исторические периоды.

Разработана концепция предмета «персональная эффективность» с учетом философских и гуманитарно-образовательных аспектов.

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

Три преподавателя кафедры прошли повышение квалификации в ФГАОУ ВО «НИТУ «МИСиС» в 2018 году по дополнительной профессиональной программе «Электронные ресурсы в образовательной организации высшего образования» в объеме 72 ак. часа.

Преподаватели кафедры продолжили работать в системе повышения уровня и качества подготовки педагогов столичных общеобразовательных учреждений.

#### **Основные научные публикации сотрудников кафедры за 2018 г.**

##### *Монографии*

Бокарев В.В. Джон Леннон. Социальные взгляды, общественно-политическая и творческая деятельность в период «молодежной революции» на Западе (1966-1973 гг.). Изд. 3-е. М.: Роликс, 2018. 276 с.

##### *Учебники*

Урсул Т.А. Глобальная эволюция и социоприродное развитие. Учебник. Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2018. 312 с.

Кузнецов В.Б. Всемирная история. Сб. тестов и заданий. Учебное пособие. М.: Издат. Дом НИТУ МИСиС, 2018.

Чельшев П.В. История и философия науки. Учебник для аспирантов. М.: Эдитус, 2018. 232 с.

##### **Статьи в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus**

1. Ursul A.D., Ursul T.A. Universal (Global) Evolutionism // Philosophy and Cosmology. Vol. 20. 2018.

2. Ursul A.D., Ursul T.A. Environmental Education for Sustainable Development // Future Human Image. Vol. 9. 2018.

3. Ursul A.D., Ursul T.A., Tirdea T. Limits to Growth and Achievement of Global Sustainability // Philosophy and Cosmology. Vol. 21. 2018.

4. Максименко Е.П. Дело об «экономической контрреволюции в Шахтинско-Донецком округе»: с чего начинался Шахтинский процесс 1928 года // Уголь. 2018. №7.
5. Кузнецов В.Б. Золотодобыча в СССР в годы Великой Отечественной войны // Горный журнал. 2018. № 5.
6. Karulina T.V. Creating New Reality Based On «Heroic Past» Strategy // European Proceedings of Social and Behavioural Sciences. Vol. XXXV (35). № 02. 2018.
7. Замалдинова Г.Н. Рецензия на работу: Раицкая Л.К., Тихонова Е.В. Soft skills в представлении преподавателей и студентов российских университетов в контексте мирового опыта // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Психология и педагогика. 2018, Том 15, №3.
8. Панов С.В. Толстой и идея революции: проект просвещения и прозопопая жизни// Философские науки, 2018. №12.
9. Торбург М.Р., Добронравов С.В. Проблема угнетения женщин-рабочих в условиях глобализации (на материале фильма «Северная страна» (2005) // SCTCMG 2018 International Scientific Conference «Social and Cultural Transformations in the Context of Modern Globalism.
10. Торбург М.Р., Добронравов С.В. Confucius: the ideal of governance // Materials of the International Conference “Scientific research of the SCO countries: synergy and integration”. Reports in English (December 25, 2018. Beijing, PRC).

**Статьи в журналах из перечня ВАК**

1. Аристов А.В. Управление информационным полем в системе функций государственной информационной политики // Каспийский регион: политика, экономика, культура. Астрахань. 2018. №4 (57).
2. Аристов А.В., Подвойская Н.Л. Объект и предмет информационной политики как направления государственного администрирования // Современная наука и инновации. Выпуск №4 (24), 2018. - Ставрополь – Пятигорск 2018.
3. Демидова С. А. Человек бунтующий: экзистенциальная концепция бунта у Леонида Андреева и Альбера Камю // Гуманитарные исследования в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. 2018. №1.
4. Демидова С. А. Экзистенция как история: историософские поиски Альбера Камю // История как фундамент гуманитарного познания. К 100-летию исторического образования на Дальнем Востоке: материалы международного семинара, 15–17 октября 2018 г. Владивосток, 2018.
5. Коршунов А.Н., Полякова О.В. Судебная защита исключительных прав на фотографическое произведение // Современные гуманитарные исследования. 2018. №3.
6. Кузнецов В.Б. По следам царского золота. // Горная промышленность. 2018. № 6.
7. Кузнецов В.Б. История золотодобычи в СССР в годы войны (1941-1945 гг.) // Горная промышленность. 2018. № 3.
8. Максименко Е.П. К вопросу о практике применения статьи 58 УК РСФСР (к 90-летию «Шахтинского процесса») // Право и образование. 2018. №11.
9. Песьяков С.А. «Категории «личность» и «миросозерцание» как условия пограничности в философско-исторических взглядах К.Д. Кавелина // Ярославский педагогический вестник. 2018. № 3.
10. Подвойская Н.Л. Теоретическое осмысление политической культуры на Западе и в России: вопросы компаративистики // Каспийский регион: политика, экономика, культура. 2018. № 3 (56).
11. Урсул А.Д., Урсул Т. А. Российское образование в ракурсе стратегии устойчивого развития // Экономика в промышленности. 2018. №1.

**Основные научно-технические показатели**

Количество публикаций: монографий - 1; учебники -2, учебных пособий - 1; статей - 76, в том числе: в российских научных журналах из списка ВАК – 12, в научных журналах, индексируемых в базе данных РИНЦ - 28; научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science и Scopus -10; участие сотрудников в книжных выставках – 2.

Количество конференций, в которых участвовали сотрудники кафедры – 46.

### **Награды и премии**

Все сотрудники кафедры были награждены знаками отличия за безупречную службу МИСиС в связи с празднованием столетия Горной академии.

Доц. Бокарев В.В., доц. Кузнецов В.Б., доц. Сытников А.Ф. были отмечены дипломами за подписью проректора НИТУ МИСиС проф. Петрова В.Л. за научное руководство конкурсными работами студентов многолетний вклад в патриотическое воспитание молодежи.

В адрес доц. Бокарева В.В. поступили благодарственные письма от администрации Главного архивного управления Московской области и РГБ, а доц. Кузнецову В.Б. объявлена благодарность со стороны приёмной комиссии НИТУ МИСиС.

Ст. преподаватель Гафурова З.Р. награждена Почетной грамотой Московского многофункционального культурного Центра департамента культуры города Москвы за работу среди молодежи и просветительскую деятельность в области культуры.

### **Контакты**

**Урсул Татьяна Альбертовна** – заведующий кафедрой, д-р фин. наук, профессор

Тел.: 8 (499) 237 65 80;

E-mail: [ursult@mail.ru](mailto:ursult@mail.ru).

## КАФЕДРА ФИЗИКИ

Ушаков Иван Владимирович

И.о. заведующий кафедрой,  
доктор технических наук, доцент, профессор

Научно-исследовательская деятельность кафедры направлена на решение как фундаментальных проблем физики материалов и горных пород, оптики и акустики, так и практических задач возникающих в технике. Также сотрудники кафедры Физики вносят свой вклад в педагогическую науку в части преподавания физики в ВУЗе и подготовки выпускников школ к обучению в НИТУ «МИСиС».

**Основные направления научно-исследовательской работы кафедры**

– Структурные и фазовые превращения в металлических материалах и твёрдом топливе и их влияние на механические и функци-

ональные свойства.

– Педагогика высшей школы в части преподавания физики.

– Процессы деформации и разрушения металлических материалов.

– Высокоэнергетическая обработка поверхности материалов: электролитно-плазменная, лазерная.

– Расчёты физических полей.

– Ультразвук и оптика твёрдого тела.

**Кадровый потенциал кафедры**

На кафедре работают:

6 профессоров, 14 доцентов, 6 старших преподавателей, 1 специалист по методической работе, 4 инженера.

Из них: 5 докторов наук, 18 кандидатов наук.

На кафедре обучаются 5 аспирантов.

**Основные научные и технические результаты**

Изучено взаимодействие озона с геоматериалами органического происхождения.

Изучены различные структуры геоматериалов методом наноиндентирования.

Изучена кинетика низкотемпературного окисления углей.

Изучено влияние импульсного лазерного излучения на поведение микротрещин в аморфно-нанокристаллитном состоянии.

Исследованы методы обработки поверхности алюминия, титана и серебра в электролитной плазме при анодном процессе.

Проведено теоретическое исследование и моделирование процессов прокатки и гибки стального листа и труб.

Изучены закономерности образования нанокластеров и микроструктур на поверхности аморфного и кристаллического кварца при различных режимах воздействия излучения  $\text{CO}_2$  лазера.

Сформулированы теоретические представления о процессах, протекающих в материале при селективной лазерной обработке. Разработана новая методика испытания тонких образцов нанокристаллического материала. Оформлены документы на интеллектуальную собственность (патенты на изобретение – правообладатель НИТУ «МИСиС»). Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ позволяющей моделировать процессы распределения пор и вакансий в аморфно-нанокристаллическом материале при лазерной обработке. Предложена методика формирования свойств титановых сплавов за счет селективной лазерной обработки.

**Основные научно-технические показатели**

Количество публикаций: статей в российских научных журналах из списка ВАК – 12, в научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus - 10; количество конференций, в которых участвовали сотрудники и аспиранты кафедры – 14.

**Основные публикации**

1. Novikov E., Oshkin R., Shkuratnik V., Epshtein S., Dobryakova N. Application of thermally stimulated acoustic emission method to assess the thermal resistance and related properties of coals (Article) International Journal of Mining Science and Technology, 2018, V. 28 № 2. P. 243-249. ISSN: 2095-2686

2. Epshtein S., Kossovich E. Features of sorption-induced strength degradation of coals originated from potentially prone to outburst and non-hazardous packs. (Article) PHYSICS OF ROCKS AND PROCESSES. 2018. № 12. P. 18-22. ISSN 0017-2278.

3. Shinkin V. Springback coefficient of round steel beam under elastoplastic torsion. (Article) CIS Iron and Steel Review. 2018. № 15. P. 23-27. ISSN: 2072-0815.

4. Shinkin V. Simple analytical dependence of elastic modulus on high temperatures for some steels and alloys (Article). CIS Iron and Steel Review. 2018. № 15. P. 32-38. ISSN: 2072-0815.

5. Shinkin V. Elastoplastic Flexure of Round Steel Beams. 1. Springback Coefficient (Article) Stal' and Izvestiya VUZ. Chernaya Metallurgiya / Steel in Translation. 2018. V. 48. № 3. P. 149-153. ISSN: 0967-0912.

6. Shinkin V. Elastoplastic bend of round steel beam. Report 1. Springback coefficient (Article). Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenij. Chernaya Metallurgiya. 2018. V. 61. № 3. P. 194-200. ISSN: 0368-0797

7. Nesterova V. Modern Russian high-tech construction materials and their application in domestic construction industry (on example of metal-ceramic panels Hardwall) (Article) IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. V. 265 [https://api.elsevier.com/content/abstract/scopus\\_id/85049474481](https://api.elsevier.com/content/abstract/scopus_id/85049474481).

8. Kravcov, A., Shibaev, I.A., Blokhin, D., Bychkov, Anton, Cherepetskaya, E.B, Krapivnoi, M.M., Zarubin, Vasily. Examination of structural members of aerial vehicles by laser ultrasonic structuroscopy (Article) International Journal of Civil Engineering and Technology – 2018. – V. 9. – № 11. P. 2258-2265.

9. Vatulyan A.O., Lyapin A.A. Kossovich E.L. Studying of Elastoplastic Properties of Coal Specimens Using Indentation Technique (Article) Izvestiya saratovskogo universiteta novaya seriya-matematika mekhanika informatika. 2018. V. 18. № 4. P. 412-420. ISSN: 1816-9791

10. Shinkin V. Preliminary straightening of steel strip (Article) Stal' and Izvestiya VUZ. Chernaya Metallurgiya / Steel in Translation. 2018. № 5. P. 34-40. ISSN: 0967-0912.

11. Ушаков И.В. / Программно-технические, экономические и законодательные аспекты использования свободного программного обеспечения: монография // Монография. Тамбов. Министерство образования и науки РФ, ФГБОУ ВО «Тамбовского государственного университета им. Г. Р. Державина». – Тамбов: Издательский дом «Державинский», 2018. 124 с.

12. Симонов Ю.В., Ушаков И.В. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Моделирование дефектной структуры в твердом материале Modeling\_DEF\_DES\_MI\_VI». № 2019611166.

**Контакты**

**Ушаков Иван Владимирович** – и.о. зав. кафедрой, д-р техн. наук, доцент

**Тел.:** (499) 230-24-69, (499) 230-22-80

**Адрес:** г. Москва, Ленинский проспект, д. 6, корпус Л., Л639.

**E-mail:** ushakoviv@mail.ru

## КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И ЗДОРОВЬЯ

**Хусяйнов Зофер Мустафович**

Заведующий кафедрой

кандидат педагогических наук, профессор,  
заслуженный тренер России

Кафедру и учебно-тренировочный спортивный центр возглавляет Хусяйнов Зофер Мустафович, профессор, кандидат педагогических наук, 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 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.

– 5 инструкторов-методистов, из них 2 канд. пед. наук

– 23 старших преподавателя, из них 6 канд. пед. наук

**Участие в грантах**

Грант РФФИ 2018 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.

**Публикации в сборниках научных конференций, журналах**

**Список основных публикаций за 2018 год**

**Всего – 8; WoS, Scopus – 3; РИНЦ – 5.**

1. Криволапчук И.А., Сухецкий В.К., Чернова М.Б. Функциональное состояние подростков при познавательной деятельности в зависимости от уровня аэробной мощности // Человек. Спорт. Медицина / Human. Sport. Medicine, 2018. Том 18. №3. – С. 16–29. Web of Science

2. Криволапчук И.А., Чернова М.Б. Влияние факторов «интенсивность» и «объем» нагрузки на различные аспекты физического состояния детей 5-6 лет // Человек. Спорт. Медицина / Human. Sport. Medicine, 2018. Т. 18, № 4. С.27-34. Web of Science, Scopus

3. Krivolapchuk I.A., Gerasimova A.A., Chernova M.B., Krivolapchuk I.I., Zaytseva G.A. Functional State Of Modern Schoolchildren With Different Physical Working Capacity Level // 2018 International conference “Education Environment for the Information Age” (EEIA-2018) – С. 319-320.

4. Копцев К.Н., Кубрин С.С., Хусяйнов З.М., Гарамян А.И. Журавлев С.В. Управление процессом занятием спортом и физическими упражнениями горняков для повышения уровня охра-

ны труда // Подземная угледобыча XXI век-2: Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – № 11 (специальный выпуск 49). Т. 2. 2018 г. стр. 476-485 (РИНЦ).

5. Чистяков И.В., Радимов Р.Р., Шикалов Н.М., Хакимов Т.А. Вопросы педагогики спортивного образования // Современные проблемы физической культуры и спорта в XXI веке [Электронный ресурс]: сборник материалов XI международной научно-практической и учебно-методической конференции: вып. 11. МГСУ, 2018 г. стр. 308-312 (РИНЦ)

6. Хусяйнов Р.З., Чистяков И.В., Хусяйнов З.М. Исследование характеристик ударов по воротам у футболистов юношей (13-14 лет) // Сборник материалов VI Всероссийской с международным участием научно-практической конференции «Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте», МГАФК, Малаховка, 2018 г. (РИНЦ).

7. Чистяков И.В., Радимов Р.Р., Шикалов Н.М., Хакимов Т.А. Анализ работы автора Л.С. Выготского «Исторический смысл психологического кризиса // Сборник материалов V Всероссийской научной конференции с международным участием «Олимпийское движение, физическая культура и спорт в современном обществе», МГАФК, Малаховка, 2018 г. стр. 341-346. (РИНЦ).

8. Зайцева Г.А., Гукасян С.А. Этапы внедрения комплекса ГТО // Материалы Всероссийской научно-практической конференции: Физическая культура, спорт и здоровье - Йошкар-Ола, 2018, № 31. С.13-15.

#### **Лучшие спортивные достижения в 2018 г.**

– Призеры VI Всероссийской летней универсиады по боксу в г. Омске: 3 золотых, 1 серебряная медали;

– Призеры IV летней Спартакиады молодежи в России 2018, в г. Раменское: 3 золотых, 1 серебряная и 2 бронзовых медали;

– Призеры Международного турнира класса А в Польше среди женщин сентябрь: 1 золотая медаль;

– Призеры Чемпионата Европы в Болгарии – 4 место;

– Призеры Чемпионата России среди мужчин в г. Улан-Удэ: 2 золотых, 1 бронзовая медали;

– Призеры Всероссийского турнира класса А в г. Тула: 1 золотая медаль, 2 серебряных медали;

– Призер на Международном турнире «Золотая перчатка» в Сербии – 1 золотая медаль.

– Призер на Чемпионате Мира по плаванию – 1 бронзовая медаль.



#### **Контакты**

**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;
- развитие концепции просветительской работы;
- реализация программ дополнительного образования.

### **Кадровый потенциал центра:**

1 доктор наук, 4 кандидата наук.

### **Наиболее крупные научные проекты, выполненные в 2018 году:**

- участие в гранте (АНО ВО «Российский новый университет» «Виртуальная Школа преподавателя, обучающего на русском языке». Подготовка модуля «Языковое законодательство в РФ» (апрель-май 2018));
- организация IV межвузовской студенческой олимпиады по русскому языку и культуре речи для студентов технических вузов (апрель, 2018);
- организация межвузовского конкурса «Самый грамотный студент» (ноябрь, 2018).

### **Важнейшие научно-технические достижения центра:**

- осуществление методической поддержки – проведение семинаров и мастер-классов с зарубежными преподавателями русского языка и специальных дисциплин;
- 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);
- 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 работа по подготовке к защите диссертации на соискание степени кандидата наук 1 преподавателя.

**Основные публикации**

**Статьи:**

1. Барсегян К.М. Формирование социокультурной компетенции в преподавании РКИ // Динамика языковых и культурных процессов в современной России - Вып.6. Материалы VI конгресса РОПРЯЛ (г. Уфа, 11-14 октября 2018 года). – СПб.: РОПРЯЛ, 2018 (в соавторстве).
2. Барсегян К.М. Использование потенциала видеомедиатекста на начальном этапе обучения при формировании социокультурной компетенции // Международный аспирантский вестник. Русский язык за рубежом. – Москва, 2018. № 1. – С. 24-27.
3. Kovaleva N.A. International media image of Russia: trends and patterns of perception // *XLinguae*. 2018. Т. 11. № 2. – С.557-585. (в соавторстве).
4. Ковалева Н.А. Салонное письмо как разновидность эпистолярного дискурса И.С. Тургенева // Вестник Южного Федерального университета. Научный журнал. Серия Филологические науки. 2018. №4. – С. 102 -105.
5. Ковалева Н.А. Творческие упражнения на уроках РКИ с использованием рисунка // *Cross - Cultural Studies: Education and Science*. 2018. № 3. – С. 295-300. (в соавторстве).
6. Ковалева Н. А. Формирование индивидуально-авторской семантики фразеологизмов в эпистолярных текстах // Актуальные проблемы стилистики. М. 2018. №4. – С.199-203.
7. Ковалева Н.А. Возможности развития творческих способностей китайских учащихся на уроке РКИ // Материалы международного конгресса МАПРЯЛ, Барселона, 2018. – С.215-221. (в соавторстве).
8. Подвойская Н.Л. Тимошенко Т.Е. Использование современных технологий в процессе преподавания русского языка как иностранного в техническом вузе // Язык и речь в Интернете: личность, общество, коммуникация, культура: сб. статей II Международной научно-практической конференции. Москва, РУДН, 29-30 марта 2018г.: в 2т./под общ. ред. А.В. Должниковой, В.В. Барабаша. – М: РУДН, 2018. – Т.2, С. 204-210.
9. Подвойская Н.Л. Тимошенко Т.Е. Преподавание русского языка в иноязычной аудитории: опыт сотрудничества НИТУ «МИСиС» и ГТУ им. Ле Куи Дона // Русский язык в социокультурном пространстве Вьетнама». Сб. методических материалов и статей. Ханой: Изд. Мир, 2018. – С.67-73.
10. Подвойская Н.Л. Тимошенко Т.Е. Русский язык как иностранный в техническом вузе: профессиональный контекст // Вестник. Современный русский язык: функционирование и проблемы преподавания. – Будапешт, 2018. №32. – С.21-26.
11. Тимошенко Т.Е. Использование аутентичных видеоматериалов на уроках РКИ как средство обучения живой разговорной речи // Проблемы изучения и преподавания русского языка в Российской Федерации и за рубежом: сб. материалов Международной научно-практ.конф., р-ка Башкортостан, г. Стерлитамак, 14-15 мая 2018 г. / Отв. ред. Л.В. Климина. – Стерлитамак: Стерлитамакский филиал БашГУ, 2018. – С. 77-81. (в соавторстве.)

**Учебно-методические пособия:**

1. Ковалева Н.А. Русский язык. Чтение. Учебник. Книга 2. // Shanghai: Foreign language education press, 2018. – 207 с.
2. Ковалева Н.А. Русский язык. Чтение. Руководство для преподавателя. Книга 1-2. // Shanghai: Foreign language education press, 2018. – 170 с.
3. Тимошенко Т.Е. Русский язык и культура речи: сборник нестандартных заданий // М.: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2018. – 56с.
4. Тимошенко Т.Е. Риторика: Практикум // М.: Флинта, 2018. – 96с.

**Основные научно-технические показатели:**

– количество публикаций: статей – 12 (в т.ч. публикации в изданиях, индексируемых WoS/Scopus, – 1; публикации в изданиях, входящих в перечень ВАК, – 3; в научных журналах, индексируемых в базе РИНЦ, – 5), учебников, учебно-методических пособий – 4; количество конференций, в которых приняли участие сотрудники центра, – 11; участие в грантах – 1; руководство диссертациями – 1; проведено методических семинаров для зарубежных и российских преподавателей – 5; подготовлено отзывов на диссертации – 3; прошли повышение квалификации – 2 чел.

**Контакты**

**Подвойская Наталия Леонидовна** – директор центра, канд. полит. наук, доц.

**Тел.:** (495) 638-46-78

**E-mail:** russian\_centre@misis.ru

# ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ

## КАФЕДРА ОБОГАЩЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ

**Юшина Татьяна Ивановна**  
Заведующего 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 минералого-технологической 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 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 сульфгидрильных собирателей с различным химическим составом и молекулярной структурой для повышения селективности флотации руд цветных металлов
- Исследование и разработка научно-технологических решений, направленных на создание комбинированных технологий глубокого обогащения сульфидных труднообогатимых руд цветных и благородных металлов и техногенного сырья, основанных на сочетании флотационных и гравитационных процессов с гидрометаллургическими
- Технологии комплексной оценки минерального сырья и технологический аудит действующих производств
- Совершенствование методов и аналитических методик изучения минерального состава руд и продуктов обогащения
- Разработка способов и схем переработки техногенных железосодержащих отходов обогатительных и металлургических производств
- Исследование и разработка реагентных режимов флотации различных видов минерального сырья, в том числе углеродсодержащего, с применением реагентов на основе ацетиленовых спиртов

### **Кадровый потенциал подразделения**

Заведующий кафедрой; 7 профессоров; 4 доцента; 1 старший преподаватель; 2 ассистента; 1 ведущий эксперт; заведующий лабораторией; 2 ведущих инженера; 3 инженера. Из них: 1 – академик РАН; 4 – д.т.н., 9 – к.т.н.

На кафедре обучаются 15 аспирантов, 2 стажера.

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

- Разработана технология селективной флотации полиметаллических руд с использованием композиций сульфгидрильных собирателей

– Разработана методика исследований влияния факторов реагентного и гидродинамического режимов флотации на показатели обогащения

– Исследовано влияние и механизм действия дополнительных реагентов собирателей-пеннообразователей на основе ацетиленовых спиртов при флотации сульфидов. Разработан реагентный флотации медно-молибденовых руд

#### **Выполнение хоздоговорных и бюджетных работ**

В 2018 году на кафедре ОПИ выполнялись:

1 - х/д 1654005. «Совершенствование технологии обогащения медной руды рудного тела № 1 Узельгинского месторождения». Финансирование 1 млн 600 руб., рук. Игнаткина В.А.;

2 - грант РФФИ, тема 8654001. 17-05-00241 «Теоретическое и экспериментальное изучение механизма снижения флотоактивности кальцита из кальцийсодержащих руд с высоким карбонатным модулем». Финансирование 0,7 млн руб., рук. Игнаткина В.А.;

3 - «Опытно-промышленные испытания технологии переработки титан-циркониевых песков Восточного участка Центрального месторождения (Тамбовская область) и разработка технологического регламента», В 2018 г. 535 тыс. руб. (аванс за этап 1). Тема 1654006, рук. Шехирев Д.В.;

4 - «Разработка технологии флотационного обогащения и переработки угольной мелочи и шламов, с получением коммерческих продуктов различного функционального назначения»; Финансирование 202 тыс. руб. Тема 1461068, рук. Шехирев Д.В.;

5 - грант РФФИ, Тема №8654002 «Изучение механизма направленного формирования физико-химических и технологических свойств трудноразделяемых минералов массивных пирротин-пиритных медно-цинковых руд» в размере 400 000 рублей, рук. асп. Каюмов А.А.;

6 - грант РФФИ, 17-05-00890 А «Изучение механизма направленного формирования физико-химических и технологических свойств трудноразделяемых минералов массивных пирротин-пиритных медно-цинковых руд». Финансирование - 700 тыс. руб в год, рук. Бочаров В.А.;

7 - Проведение судебной строительно-технической экспертизы по определению соответствия оказанных услуг условиям договора в рамках арбитражного дела № А40-42387/17. Финансирование 500 тыс. руб., рук. Юшина Т.И.

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

– количество публикаций: статей - 52, в т.ч.: в российских научных журналах из списка ВАК и РИНЦ – 30; в научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science и Scopus - 22;

– количество объектов интеллектуальной собственности - 1;

– количество конференций, в которых участвовали сотрудники кафедры – 4.

#### **Основные публикации:**

1. Dumov A.M. Processing of garnet placer deposits of the White Sea Information about author. *Obogashchenie Rud*, Volume 2018, Issue 3, 2018, Pages 20-25.

2. Ignatkina V.A., Bocharov V.A., Makavetskas A.R., Kayumov A.A., Aksenova D.D., Khachatryan L.S., Fishchenko Y.Y. Rational Processing of Refractory Copper-Bearing Ores. *Russian Journal of Non-Ferrous Metals* Volume 59, Issue 4, 1 July 2018, Pages 364-373.

3. Ignatkina V.A., Kayumov A.A., Ignatov D.O. Selective separation of arsenic-containing sulfide minerals. *Tsvetnye Metally* Issue 7, 2018, Pages 32-38.

4. Bocharov V.A., Ignatkina V.A., Lapshina G.A., Khachatryan L.S. Development of technology of complex processing of refractory pyrite polymetallic ores of non-ferrous metals. (2018) *Tsvetnye Metally*, (4), pp. 27-34.

5. Yushina T.I., Krylov I.O., Valavin V.S., Toan V.V. Old iron-bearing waste treatment technology. (2018) *Eurasian Mining*, (1), pp. 16-21.

6. Goryachev B.E., Nikolaev A.A., Zay Ya, K., Morgun A.A. Thermodynamic studies of thiol collectors sorption layer formation on the sphalerite surface under conditions of oxidation of sulphide sulphur to elemental state. (2018) *Tsvetnye Metally*, (4), pp. 19-26.

7. Koporulina E.V., Ryazantseva M.V., Chanturiya E.L., Zhuravleva E.S. Butyl-Xanthate Adsorption on the Surface of Sulfide Minerals under Conditions of their Preliminary Treatment with Water Electrolysis Products according to Atomic-Force Microscopy and Infrared Fourier Spectroscopy Data. (2018) *Journal of Surface Investigation*, 12 (5), pp. 877-886.

8. Zhuravleva E.S., Chanturiya E.L. Evaluation of the possibility of using electrochemical technology for the preparation of waters and reagents to improve the technological parameters of processing of unoxidized ferruginous quartzites (2018) *Chernye Metally*, (5), pp. 6-9.

9. Krylov I.O., Valavin V.S. Effects of ultrasonic treatment of the stale tails of the kamysh-burun iron ore plant (Republic of Crimea). (2018) *Ecology and Industry of Russia*, 22 (2), pp. 13-19.

10. Karmazin V.V., Krylov I.O., Sysa P.A., Frolov M.A. Rational methods of concentration of small, thin, finely dispersed and colloidal gold of technogenic waste deposits will ryveem. (2018) *Ecology and Industry of Russia*, 22 (10), pp. 11-17.

11. Filippov L.O., Javor Z., Piriou P., Filippova I.V. Salt effect on gas dispersion in flotation column – Bubble size as a function of turbulent intensity. (2018) *Minerals Engineering*, 127, pp. 6-14.

12. Veloso C.H., Filippov L.O., Filippova I.V., Ouvrard S., Araujo A.C. Investigation of the interaction mechanism of depressants in the reverse cationic flotation of complex iron ores. (2018) *Minerals Engineering*, 125, pp. 133-139.

13. Filippova I.V., Filippov L.O., Lafhaj Z., Barres O., Fornasiero D. Effect of calcium minerals reactivity on fatty acids adsorption and flotation. (2018) *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 545, pp. 157-166.

14. Malysheva T.Y., Pisarev S.A., Makavetskaya A.R., Fishchenko Y.Y. On the use of kovdor iron ore in sintering process. (2018) *Izvestiya Ferrous Metallurgy*, 61 (5), pp. 413-415.

15. Т. И. Юшина, И. М. Петров, С. А. Черный Об экспорте концентратов обогащения и необходимости их глубокой переработки в России. *Обогащение руд*, 2018, № 6, с. 1-7

16. Т. И. Юшина, И. М. Петров, С. А. Черный «Критические» металлы и оценка их импортозависимости для российской промышленности. *Горный журнал*, 2018, № 12, с. 47-52.

17. Николаев А.А., Батхуяг А., Горячев Б.Е. Исследование кинетики минерализации пузырька воздуха в суспензии шламовых фракций пирита в динамических условиях // *Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых*. 2018. № 5. С. 154 – 158.

18. 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*, pp. 1214-1221.

19. 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*, pp. 1425-1433.

20. Yushina T.I., Krylov I.O., Valavin V.S., Van Toan V., D'Elia K., Myaskov A.V. Processing technology of iron-containing industrial waste from the Kamysh-Burun mining

21. Ignatkina V.A., Shepeta E.D., Samatova L.A., Milovich F.O. Flotation of a sheelite-carbonate ore with wide range of carbonate module. (2019) *IMPC 2018 - 29th International Mineral Processing Congress*, pp. 1014-1025.

22. 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*, pp. 70-78.

**Подготовка кадров высшей квалификации и защита диссертационных работ на соискание ученой степени:**

Выпущено 2 аспиранта по направлению 21.06.01 «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых», квалификация «Исследователь. Преподаватель-исследователь» (Ву Ван Тоан, Лыгач А.В.)

Чжо Зай Яа «Повышение селективности флотации колчеданных медно-цинковых руд с использованием модификаторов флотации сфалерита на основе соединений железа(II), меди(II) и цинка», научный руководитель, д.т.н., проф. Горячев Б.Е.

### Контакты

**Юшина Татьяна Ивановна** – Заведующего кафедрой, канд. техн. наук, доц.

**Тел.:** (499) 230-24-46 (499) 230-27-15

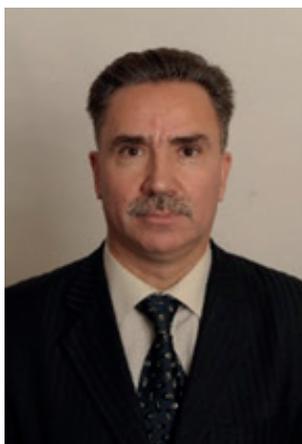
**Факс:** (499) 230-27-15

**E-mail:** yuti62@mail.ru, mineralprocessing@misis.ru

**Адрес:** Ленинский пр., д. 6, ауд. Л-225.

## КАФЕДРА ГЕОТЕХНОЛОГИИ ОСВОЕНИЯ НЕДР

**Мельник Владимир Васильевич**  
Заведующий кафедрой,  
профессор, доктор технических наук



### **Общая информация о кафедре**

Кафедра «Геотехнологии освоения недр» образована согласно приказу от 19.06.2015 № 297 о.в. «О реорганизации в форме слияния кафедры Подземной разработки пластовых месторождений, кафедры Технологии подземной разработки рудных и нерудных месторождений и кафедры Технологии, механизации и организации открытых горных работ».

Слияние кафедр «Подземная разработка пластовых месторождений», «Технология разработки рудных и нерудных месторождений» и «Технология механизации и организации открытых горных работ» - это объединение трех великих научных горняцких школ – «Подземные горные системы», «Подземные геотехнологии рационального освоения рудных ресурсов» и «Технологические системы открытых горных работ». Основателями этих школ являлись: первой – академик АН СССР А. Скочинский и профессор А.Бурчаков, второй – профессор Р. Каплунов, третьей – Академик АН СССР В. Ржевский и профессор Е. Шешко (сегодня школами руководят член-корреспонденты РАН Л. Пучков, Д. Каплунов и профессор В. Коваленко соответственно).

Основателями этих школ являлись: первой – академик АН СССР А. Скочинский и профессор А.Бурчаков, второй – профессор Р. Каплунов, третьей – Академик АН СССР В. Ржевский и профессор Е. Шешко (сегодня школами руководят член-корреспонденты РАН Л. Пучков, Д. Каплунов и профессор В. Коваленко соответственно).

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

#### **Специализация «Подземная разработка пластовых месторождений»**

- Разработка технологических схем когенерации и тригенерации нетрадиционных ресурсов горного производства.
- Разработка вариантов гибких технологий интенсивной отработки шахтных полей с использованием высокопроизводительного оборудования нового технического уровня.
- Создание комплексов скважиной гидравлической добычи, переработки и транспортировки угля потребителям.
- Создание комбинированных технологий добычи угля на основе гидромеханизации.
- Углеэнергетические комплексы для разработки угольных месторождений с получением сверхчистого газового топлива.
- Создание интегрированных технологических систем отработки мощных пластов.

#### **Специализация «Открытые горные работы»**

- Рациональное недропользование при открытых горных работах.
- Разработка технологических научных основ проектирования горных систем открытых горных работ с использованием компьютерных технологий.
- Разработка ресурсосберегающих и ресурсовоспроизводящих технологий открытых горных работ.
- Разработка экологически чистых технологий добычи полезных ископаемых со дна озер, морей и океанов.
- Совершенствование технологий разработки песчаных месторождений в условиях Крайнего Севера.

#### **Специализация «Подземная разработка рудных месторождений»**

- Обоснование нормативных показателей извлечения при разработке месторождений системами с массовым обрушением и неравномерным распределением полезного компонента.
- Обоснование конструктивных и технологических параметров самообрушения руд при отработке мощных месторождений.
- Подземная разработка кимберлитовых алмазосодержащих трубок.
- Разработка комбинированной открыто-подземной технологии освоения запасов рудных месторождений.

– Обоснование нормативных характеристик и составов смесей при возведении закладочных массивов.

**Кадровый потенциал подразделения, привлеченные и зарубежные ученые**

На кафедре работают:

10 профессоров,

12 доцентов,

4 старших преподавателя,

3 ассистента,

4 инженера.

Из них: 10 – докторов технических наук, 13 – кандидатов технических наук.

На кафедре обучаются 26 аспирантов.

**Общий объем финансирования научно-исследовательских работ (госбюджет, хоздоговорные работы)**

В течение 2018 года на кафедре «Геотехнологии освоения недр» выполнялись 4 научно-исследовательские работы по договорам с промышленным партнером на общую сумму 14 000 000 рублей:

1. Договор 1674005 «Обоснование направлений повышения уровня адаптивности высокопроизводительного очистного оборудования к изменению горно-геологических условий угольных шахт», заказчик «СУЭК» (3 500 000 руб.);

2. Договор 900071061 «Технологическое сопровождение и оказание консультационных услуг по повышению уровня безопасности ведения подземных горных работ на шахтах АО «Воркутауголь», заказчик АО «Воркутауголь» (500 000 руб.);

3. Договор СХ-17/807У - «Разработка модели устойчивого функционирования ООО «СУЭК-Хакасия» на основе совершенствования организации и управления производством», заказчик «СУЭК-Хакасия» (4 000 000 руб.);

4. Договор 1674003 «Обоснование параметров технологии отработки мощных пологих угольных пластов с выпуском подкровельной толщи», заказчик ТЭПК (6 000 000 руб.).

**Подготовка специалистов высшей квалификации**

1. Стадник Денис Анатольевич – диссертация на соискание ученой степени докт. техн. наук на тему: «Разработка научно-методической базы автоматизированного проектирования освоения георесурсного потенциала угольных шахт», специальности: 25.00.21 - «Теоретические основы проектирования горнотехнических систем», 25.00.35 - «Геоинформатика». Научный консультант: проф., докт. техн. наук Кузнецов Ю.Н.

2. Козлов Валерий Владимирович - диссертация на соискание ученой степени докт. техн. наук на тему: «Разработка параметров проектирования гибких технологических схем, повышающих полноту извлечения запасов выемочных участков угольных шахт», специальности: 25.00.21 – «Теоретические основы проектирования горнотехнических систем», 25.00.22 – «Геотехнология – открытая, подземная, строительная». Научный консультант: проф., докт. техн. наук Мельник В.В.

3. Байсаров Руслан Салимович – диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук на тему: «Обоснование параметров устойчивого развития горного производства при освоении запасов крупномасштабного Элегестского каменноугольного месторождения», специальности: 25.00.21 – «Теоретические основы проектирования горнотехнических систем», 05.02.22 – «Организация производства (горно-перерабатывающая промышленность)». Научный руководитель: проф., докт. техн. наук Агафонов В.В.

4. Воропаева Елизавета Викторовна – диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук на тему: «Обоснование направлений повышения технологического уровня действующих угольных шахт», специальность 25.00.21 – «Теоретические основы проектирования горнотехнических систем». Научный руководитель: проф., докт. техн. наук Агафонов В.В.

5. Сухарьков Игорь Николаевич – диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук на тему: «Формирование конкурентоспособного технического сервиса обеспечения работоспособности горнотранспортного оборудования», специальность: 05.02.22 – «Организация производства» (горно-перерабатывающая промышленность). Научный руководитель: проф., докт. техн. наук Мельник В.В.

6. Ошаров Алексей Владимирович – диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук на тему: «Повышение технико-экономической эффективности производства угольного разреза на основе совершенствования его организационной структуры», специальность: 05.02.22 – «Организация производства» (горно-перерабатывающая промышленность). Научный руководитель: проф., докт. техн. наук Агафонов В.В.

7. Федорова Марина Александровна – диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук на тему: «Обоснование инновационных проектных решений по рациональному освоению потенциала газоугольных месторождений на базе ЛУГЭК», специальность: 25.00.21 – «Теоретические основы проектирования горнотехнических систем». Научный руководитель: проф., докт. техн. наук Васючков Ю.Ф.

#### **Основные публикации**

##### **Монографии, выпущенные кафедрой в 2018 г.**

1. Мельник В.В., Абрамкин Н.И., Сергеев С.В., Мурун К.М., Буханик А.И., Дронов А.Н. «Обоснование параметров гидромеханизированной технологии разработки мощных крутых угольных пластов». Изд-во ТулГУ:2018.

##### **Статьи, опубликованные в Web of Science и Scopus в 2018 г.**

1. Агафонов В.В., Якунчиков Е.Н., Копылов К.Н. Выбор и обоснование функциональной структуры и стратегии развития угольного сектора экономики. М.: Журнал «Уголь», №6, -2018. С.54-59. (Статья)

2. Бурцев С.В., Левченко Я.В., Таланин В.В., Ворошилин К.С. Безвзрывные технологии подготовки скальных горных пород к перемещению конвейерным транспортом // Уголь. 2018. № 10. С. 8–17.

3. Фам Д.Т., Виткалов В.Г., Агафонов В.В., Нгуен З.Ф. Обоснование рациональных вариантов технологии отработки наклонных угольных пластов средней мощности с использованием камерно-столбовой системы разработки. М.: Журнал «Уголь», №6, -2018. С.26-27.

4. Агафонов В.В., Якунчиков Е.Н. Оптимизация функциональных структур угольных кластеров (многофункциональных шахтосистем). М.: Журнал «Уголь», №9, -2018. С.64-69.

5. Бурцев С.В., Матвеев А.В., Супрун В.И., Радченко С.А., Левченко Я.В. Определение параметров и зон использования капитальных траншей, закладываемых со стороны рабочих бортов карьеров // Уголь. 2018. № 3. С. 43–49.

6. Savich, I., Mustafin, V., Romanov, V., Sukhov, D. Development of Design and Technological Parameters of Ore Extraction for Underground Mining // (2018) E3S Web of Conferences, 41, № 01032, DOI: 10.1051/e3sconf/20184101032. (Статья)

7. Thang P., Anh P., Phuc L., Vitcalov V. Determination of width of safety pillar for working of the medium thick inclined coal seams of using room and pillar system. UGOL', № 9, - 2018. С. 36-39.

8. Kolesnikov AV, Achkasov MG, Kandelaki GI, Kovalenko VS, Kolesnikov VA Raising the Efficiency of Electroflotation Extraction of Metals in Multicomponent Systems from Aqueous Media. Russian Journal of Applied Chemistry / Zhurnal Prikladnoi Khimii, №6, - 2018.

9. Бурцев С.В., Каранов Д.Н., Супрун В.И., Левченко Я.В. Оконтуривание карьерных и отвальных полей на основе минимума транспортной работы по перемещению карьерных грузов // Уголь. 2018. № 6. С.33–39.

10. Агафонов В.В., Якунчиков Е.Н. Проектирование высокопроизводительной отработки запасов выемочных участков угольных шахт в усложняющихся горно-геологических условиях. М.: Журнал «Уголь», №11, -2018. С.4-9.

11. Pham Duc Thang, Phan Tuan Anh, Le Quang Phuc «Justification of Spatially-Planned Solutions and Determination of the Dimension Block in the Working of the Medium Thick Inclined Coal Seams with the Room and Pillar System» E3S Web of conferences 41, 01024 (2018). / DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20184101024>.

12. Vasyuchkov Y. Gas fuel production in the process of underground gas coal bed gasification. UGOL'. 2018. № 11. С. 44-47.

13. Vasyuchkov Y., Melnik V. Heating coal massif from the channel of underground gasification // Eurasian Mining, 2018, № 2(30), с. 3-7.

14. Atrushkevich V., Bui Juan N., Atrushkevich A., Rodriguez A. Resource-saving quality management systems of coal products using the dska-4m complexes // (2018) E3S Web of Conferences 41, 01023(2018)/DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20184101022>.

15. Васючков Ю.Ф. Биотехнология управления метановыделением в шахтах // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2018, вып. 4, с. 168-179.
16. Васючков Ю.Ф. Нетрадиционные технологии разработки угольных месторождений // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2018, вып. 4, с. 160-168.
17. Коваленко В.С. Повышение эффективности использования природных и техногенных ресурсов при открытой угледобыче в рамках концепции «зеленой» горнодобывающей промышленности // Уголь. 2018. № 4 (1105). с. 60-63.
18. Коваленко В.С. Основные достижения научно-педагогической школы по открытым горным работам МГА-МГИ-МГГУ // Горный журнал. 2018. № 3. С. 10-14.
19. Melnik, V.V., Efimov, V.I., Korchagina, T.V., Popov, A.I., Muzafarov, G.G. Experience of steeply dipping coal seam mining (2018) Mining Informational and Analytical Bulletin, 2018 (11), pp. 18-38.
20. Abramkin, N.I., Miroshnichenko, K.S., Dorodniy, A.V. Justification of efficient recycling and neutralization methods for municipal solid waste using promising geotechnologies// Mining Informational and Analytical Bulletin, 2018(1), с. 83-91.
21. Sencus, V.V., Abramkin, N.I., Ermakov, N.A. Accessing pitwall reserves in underground mining and features of ventilation // Mining Informational and Analytical Bulletin 2018(6), с. 55-61.
22. Sencus, V.V., Malafeev, D.V., Abramkin, N.I. Optimization of open pit coal mine depth limit in hybrid mining method // Mining Informational and Analytical Bulletin, 2018(6), с. 45-54
23. Sencus, V.V., Abramkin, N.I., Sencus, V.V. Features of accessing coal beds in hybrid mining // Mining Informational and Analytical Bulletin, 2018(7), с. 47-53.
24. А.В. Проценко, Ж.Б. Байров, Г.С. Федотов, Л.Г. Зартенова. Использование экономических показателей в методике среднесрочного планирования горных работ в горно-геологической информационной системе Micromine // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2018. № 8. С. 208–216./ DOI: 10.25018/0236-1493-2018-8-0-208-216.
25. Фам Дик Тханг, В.Г. Виткалов, Фам Нгок Хюнь. Стратегия развития угольной промышленности и возможность применения механизированной технологии добычи угля в Куангнинском угольном бассейне Вьетнама // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2018. № 8. С. 65–70./ DOI: 10.25018/0236-1493-2018-8-0-65-70.
26. Голик В.И., Сарычев В.И., Абрамкин Н.И., Сафронов В.П. Оптимизация параметров гидротранспорта хвостов выщелачивания руд цветных металлов // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2018. № 3. С. 150-158.
27. Голик В.И., Разоренов Ю.И., Захаров Е.И., Абрамкин Н.И. Освоение забалансовых запасов металлических руд // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2018. № 3. С. 158-170.
28. Решетняк С.Н., Максименко Ю.М. Анализ материалов упрочнения нарушенных участков углепородного массива при ведении выемочных работ // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2018. № 11. С. 39-45.

В 2018 году сотрудниками кафедры «Геотехнологии освоения недр» было опубликовано 20 статей в других изданиях.

**Основные научно-технические показатели:**

- количество статей в Web of Science и Scopus – 28;
- количество сотрудников и аспирантов (включая заочных), защитивших кандидатские диссертации, чел. – 2.

**Контакты**

**Мельник Владимир Васильевич** – Заведующий кафедрой, проф., д-р техн. наук

**Тел.:** (499)230-94-66

**E-mail:** msmu-prpm@yandex.ru

## КАФЕДРА СТРОИТЕЛЬСТВА 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»** и аспирантов по направлению 21.06.01 «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых»

В 2018 году кафедра вместе с Университетом отметила 100-летний юбилей создания Московской горной академии. В 2019 году кафедра отметит 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.

Научная деятельность кафедры в первую очередь связана с развитием науки «строительная геотехнология», в рамках которой, проводятся исследования по совершенствованию технологий строительства горных выработок, специальных способов строительства, экологически безопасных способов освоения подземного пространства.

В 2018 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», «TELEMAC» и др.

Кафедра активно внедряет цифровые технологии в научную деятельность и учебный процесс. Так в 2018 году сформирована концепция новой магистерской программы «ВМ-технологии в подземном строительстве» реализация которой начнётся с сентября 2019 года совместно с ИТАСУ НИТУ «МИСиС».

### **Основными научными направлениями кафедры являются:**

- 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 13 преподавателей: 6 докторов наук и 7 кандидатов наук. В подготовке специалистов участвуют 2 действующих сотрудника ведущих строительных и проектных организаций Москвы.

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

В 2018 году кафедрой выполнено 3 договора на выполнения научно-исследовательских работ на общую сумму 18.3 млн. рублей. Заказчиками работ являлись крупные горнодобывающие предприятия, входящие в УК «Восток-уголь», а также крупная проектная организация, занимающаяся проектированием Московского метрополитена, ООО «ИнжГеоСтройПроект».

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

В 2018 году 2 аспиранта успешно завершили обучение в аспирантуре, защитив выпускные квалификационные работы.

В 2018 году на кафедру поступило 3 аспиранта очной формы обучения.

#### **Основные публикации (перечислить наиболее значимые)**

1. Kulikova, E. Y. (2018). Estimation of Factors of Aggressive Influence and Corrosion Wear of Underground Structures. In *Materials Science Forum* (Vol. 931, pp. 385-390). Trans Tech Publications.
2. Denisov, O., Pleshko, M., Ponomareva, I., & Merenyashev, V. (2018). Scale factor management in the studies of affine models of shockproof garment elements. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 33, p. 03068). EDP Sciences.
3. Pleshko, M., Revyakin, A., & Malishevskaya, N. (2018). Investigation of the influence of the railroad track on the stress state of the tunnel lining. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 239, p. 01020). EDP Sciences.
4. Pleshko, M., Kulikova, E., & Nasonov, A. (2018). Assessment of the technical condition of deep mine shafts. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 239, p. 01021). EDP Sciences.
5. Pleshko, M., Meskhi, B., & Pleshko, M. (2018). A new method for calculating the combined anchor-concrete support of underground structures. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 170, p. 03023). EDP Sciences.
6. Pankratenko, A., & Isaev, A. (2018). The Analysis of the Stress-Strain State of the System “Equipment Complex-Support-Rock Mass” in the Bottomhole Area of the Shaft. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 41, p. 01038). EDP Sciences.
7. Pleshko, M., Pankratenko, A., Revyakin, A., Shchekina, E., & Kholodova, S. (2018). New technology of underground structures the framework of restrained urban conditions. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 33, p. 02036). EDP Sciences.
8. Pankratenko, A., Pleshko, M., & Isaev, A. (2018). Analytical analysis of the stress-strain state of the system “mechanized equipment complex-support-rock mass” in the bottomhole area of the shaft. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 193, p. 02026). EDP Sciences.
9. Vulfson, A. N., & Nikolaev, P. V. (2018). Linear Approximations of the Second Turbulent Moments of the Atmospheric Convective Surface Layer in a Forced-Convection Sublayer. *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*, 54(5), 472-479.
10. Vulfson, A. N., & Nikolaev, P. V. (2018, January). An integral model of a convective jet with a pressure force and forms of vertical fluxes in the atmospheric surface layer. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 955, No. 1, p. 012013). IOP Publishing.
11. Romanova, G., Pleshko, M., Rossinskaya, M., Saveleva, N., & Pankratenko, A. (2017, April). Management and Monitoring of Urban Environment in the Integrated Development of Underground Space. In *Energy Management of Municipal Transportation Facilities and Transport* (pp. 1111-1124). Springer, Cham.

#### **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 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:

10 профессоров,

14 доцентов,  
3 старших преподавателя,  
4 ассистента,  
8 инженеров.

Из них: 1 доктор физико-математических наук, 9 докторов технических наук, 1 кандидат физико-математических наук, 13 кандидатов технических наук.

На кафедре обучаются 22 аспиранта.

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

В 2018 году кафедрой велась работа по трем грантам РФФИ на общую сумму 2,7 млн. руб., по гранту РНФ на 1,5 млн. руб., а также были выполнены хозяйственные темы на 3,0 млн. руб.

#### **Основные публикации**

Статьи (индексируемые в базах WoS/Scopus)

**1. Belin VA, Paramonov GP, Zhamiyan Z.** Peculiarities of manufacturing and application of mixed explosives of ANFO type at mining enterprises of Mongolia // *Journal of Mining Institute*, 2018, V.232, p.364-367.

1. Bychkov A., **Cherepetskaya E.**, Karabutov A., Makarov V. Improvement of Image Spatial Resolution in Photoacoustic Tomography with the Use of a Confocal Array // *Acoustical Physics*, 2018, V.64, No.1, p. 77-82

2. Bychkov A., Simonova V., Zarubin V., **Cherepetskaya E.**, Karabutov A. The progress in photoacoustic and laser ultrasonic tomographic imaging for biomedicine and industry: A review // *Applied Sciences (Switzerland)*, 2018, V.8, p.10.

3. Galchenko Y., **Eremenko V.**, Myaskov A., Kosyreva M. Solution of geocological problems in underground mining of deep iron ore deposits // *Eurasian Mining*, 2018, No.1, p. 35-40.

4. Geng Q., Tong X., Wenya G., Yang C., Wang J., **Maloletnev A.**, Wang Z., Su X. Humate-assisted Synthesis of MoS<sub>2</sub>/C Nanocomposites via Co-Precipitation/Calcination Route for High Performance Lithium Ion Batteries // *Nanoscale Research Letters*, 2018, 13, p.129.

5. Kairbekov Z., **Maloletnev A.**, Dzheldybaeva I., Sabitova A., Ermoldina E. Application of Mechanochemical Activation and  $\gamma$ -Radiation to Increase the Reactivity of Coal from the Shubarkol Deposit in Hydrogenation // *Solid Fuel Chemistry*, 2018, V.52, No.1, p.21-25.

6. Kairbekov Z., **Maloletnev A.**, Smagulova N., Sabitova A. Ozonolysis of the Semicoking Tar of Coal from the Shubarkol Deposit // *Solid Fuel Chemistry*, 2018, V.52, No.5, p.320-327.

7. Kairbekov Z., Suimbaeva S., Dzheldybaeva I., Ermoldina E., **Maloletnev A.**, Yakupova E. Thermodynamic and Kinetic Analyses of the Hydrogenation of Coal from the Mamyskoe Deposit // *Solid Fuel Chemistry*, 2018, V. 52, No.2, p.104-109.

8. Kravcov A., Shibaev I., Blokhin D., Bychkov A., **Cherepetskaya E.**, Krapivnoi M., Zarubin V. Examination of structural members of aerial vehicles by laser ultrasonic structuroscopy // *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 2018, V.9, No.11, p.2258-2265.

**9. Nikolenko P., Shkuratnik V., Chepur M.**, Koshelev A. Using the Kaiser Effect in Composites for Stressed Rock Mass Control // *Journal of Mining Science*, 2018, No.54, No.1, p.21-26.

**10. Novikov E., Oshkin R., Shkuratnik V.**, Epshtein S., Dobryakova N. Application of thermally stimulated acoustic emission method to assess the thermal resistance and related properties of coals // *International Journal of Mining Science and Technology*, 2018, V. 28, No.2, p.243-249.

**11. Novikov E., Shkuratnik V., Zaytsev M., Oshkin R.** Changes in properties and state of coal exposed to freeze-thaw weathering: Evidence from thermally induced acoustic emission // *Earth's Cryosphere*, 2018, V.22, No.4, p.76-85.

12. Potemkin F., Mareev E., Rumiantsev B., Bychkov A., **Cherepetskaya E.**, Karabutov A., Makarov V. Two-dimensional photoacoustic imaging of femtosecond filament in water // *Proceedings – International Conference Laser Optics 2018, ICLO 2018*, p. 315.

13. Potemkin F., Mareev E., Rumiantsev B., Bychkov A., Karabutov A., **Cherepetskaya E.**, Makarov V. Semi-analytical modelling of the forward and inverse problems in photoacoustic tomography of a femtosecond laser filament in water accounting for refraction and acoustic attenuation // *Journal of Physics: Conference Series*, 2018, 1141.

14. Shibaev I., **Cherepetskaya E.**, Bychkov A., Zarubin V., Ivanov P. Evaluation of the internal structure of dolerite specimens using X-ray and laser ultrasonic tomography // *International Journal of Civil Engineering and Technology*, V.9, No.9, p.84-92.

15. **Shkuratnik V.L.**, **Nikolenko P.V.** Spectral Characteristics of Acoustic Emission in Carbon Fiber-Reinforced Composite Materials Subjected to Cyclic Loading // *Advances in materials and engineering*, 2018, 1962679.

16. **Voznesenskii A.**, **Krasilov M.**, **Kutkin Y.**, Koryakin V. On the evaluation of rock integrity around mine workings with anchorage by the shock-spectral method // *International Journal of Fatigue*, 2018, 113, p. 438-444.

17. Zakharov V., **Eremenko V.**, Fedorov E., Lagutin D. Geomechanical support of mine planning and design in the Iletsk rock salt field // *Gornyi Zhurnal*, 2018, V.47, No.1, p. 2-41.

18. Zarubin V., Bychkov A., Karabutov A., Simonova V., **Cherepetskaya E.** Laser-induced ultrasonic imaging for measurements of solid surfaces in optically opaque liquids [Invited] // *Applied Optics*, 2018, V.57, p.10.

19. Zarubin V., Bychkov A., Karabutov A., Simonova V., **Cherepetskaya E.** A method of laser ultrasound tomography for solid surfaces mapping // *MATEC Web of Conferences*, 2018, p.145

20. Zarubin V., Bychkov A., Simonova V., Zhigarkov V., Karabutov A., **Cherepetskaya E.** A refraction-corrected tomographic algorithm for immersion laser-ultrasonic imaging of solids with piecewise linear surface profile // *Applied Physics Letters*, 2018, V.112, p. 21.

21. Zarubin V., Yushkov K., Chizhikov A., Makarov O., Molchanov V., Tretiakov S., Kolesnikov A., **Cherepetskaya E.**, Karabutov A. Laser-ultrasonic temperature mapping of an acousto-optic dispersive delay line // *NDT and E International*, 2018, V. 98, p. 171-176.

22. Zarubin V.P., Bychkov A.S., Karabutov A.A., Simonova V.A., Kudinov I.A., **Cherepetskaya E.B.** Real-Time Laser Ultrasound Tomography for Profilometry of Solids // *Moscow University Physics Bulletin*, V.73, No.1, p. 75-82/

23. **Gaysin R.M.**, **Nabatov V.V.** Detection of anomalous zones by the continuation method in underground electric exploration // *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2018 (6), pp. 107-112.

24. **Nabatov V.V.**, **Gaysin R.M.** Handling of gpr data on voids in annular space // *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2018 (1), pp. 19-25.

25. **Eremenko V.A.** Stress state modeling of coaxial three-level open stoping in map3d // *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2018 (11), pp. 5-17.

26. **Eremenko V.A.**, Lushnikov, V.N. Procedure for selecting dynamic ground support for rockbursting mining conditions // *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2018 (12), pp. 5-12.

27. **Voznesenskiy A.S.**, **Krasilov M.N.**, **Kutkin Y.O.**, Tavostin M.N. Laboratory system for expanded bending tests of rock specimens // *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2018 (10), pp. 132-137.

28. **Nikolenko P.V.**, **Chepur M.D.** Spectrum analysis of stress memory effects in acoustic emission in composites for the ground control purposes // *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2018 (5), pp. 129-135.

29. **Maloletnev A.S.** Mineral wax production from bituminous lignite // *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2018 (10), pp. 58-66.

30. **Yanchenko G.A.** Procedure of engineering calculation of conditional specific air enthalpy by Ramzin during drying of rocks and rock processing products // *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2018 (3), pp. 5-17.

31. **Ageenko V.A.**, Tavostin M.N. Triaxial compression testing of rheological characteristics of frozen ground // *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2018 (5), pp. 122-128.

32. **Shibaev I.A.**, Sas I.E., **Cherepetskaya E.B.**, **Bagryantsev D.M.** Substantiation of possible simplifications in soil–foundation interaction estimate // *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2018 (9), pp. 152-157.

33. **Gaysin R.M.**, **Tsarikov A.Y.** Estimate of influence of dislocation position on anomalous signal intensity in underground electrical survey // *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2018 (12), pp. 152-156.

**Основные научно-технические показатели**

- статей в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus – 35;
- статей в рецензируемых журналах – 69, в том числе включенных в перечень ВАК – 51;
- объектов интеллектуальной собственности – 22, из которых 20 защищены патентами РФ;
- выступлений на конференциях с устными докладами, в том числе международных – 35;
- количество сотрудников и аспирантов, защитивших докторские диссертации – 0, кандидатские диссертации – 2.

**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



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

Научно-исследовательская деятельность НИИЛ «Физико-химии углей» направлена на решение фундаментальных проблем генезиса и метаморфизма твердых горючих ископаемых, физики и химии углей, изучения природы разномасштабной нарушенности углей методами микро- и наноиндентирования, проблем рационального природопользования и управления качеством добываемого угольного сырья, выявления потенциальных источников загрязнения окружающей среды при добыче, транспортировке, хранении и переработке углей. Прикладные задачи лаборатории органично свя-

заны 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 2018 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.

– Стандартизация и метрология в области твердого минерального топлива.

### **Кадровый потенциал лаборатории**

В лаборатории работают: 1 – ведущий научный сотрудник; 1 – старший научный сотрудник; 5 – ведущих экспертов; 4 – ведущих инженера; 4 – инженера; 3 – лаборанта. Из них: 2 доктора технических наук, 1 доктор химических наук, 1 кандидат физико-математических наук (PhD, прикладная математика), 7 кандидатов технических наук, 4 аспиранта, 3 студента.

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

Всего выполнено 10 работ, заказчиками выступили Министерство энергетики РФ, Российский научный фонд, Российский фонд фундаментальных исследований, АО «СУЭК» и другие государственные и коммерческие организации.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2018 году составил 30 327 000,00 руб., из них 17 827 000,00 руб. хозяйственные договора.

### **Наиболее крупные проекты, выполненные в 2018 г. (более 5 млн. руб.):**

– Микро и нанодиагностика механических свойств ископаемых углей (заказчик – Российский научный фонд), 2016 – 2018 гг.;

– Разработка научно обоснованного перечня загрязняющих веществ и методов определения содержания загрязняющих веществ в твердых отходах добычи и переработки углей для оценки безопасности их использования (заказчик – Министерство энергетики РФ), 2018 г.;

– Образование nano- и микроразмерной пыли при техногенных и природных воздействиях на угли разных генетических типов (заказчик – Российский научный фонд), 2018 – 2021 гг.;

– Определение содержаний потенциально опасных и токсичных элементов во вмещающих породах, углях и отходах их добычи и переработки (заказчик - АО «СУЭК»), 2018 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 2018 г.**

– Разработана новая усовершенствованная Методика измерений содержания германия в углях бурых Павловского месторождения методом электротермической атомно-абсорбционной спектроскопии (Свидетельство об аттестации № 241.0223/RA.RU/311866/2018 выдано 12.11.2018 г. Федеральным государственным унитарным предприятием «Уральский научно-исследовательский институт метрологии», Государственный научный метрологический институт, Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)). Методика внедрена в работу специализированной лаборатории ООО «Приморскуголь».

– Разработаны 3 лабораторных регламента по определению потенциально опасных элементов в углях, продуктах их технологической переработки, отходах добычи и сжигания для предприятий АО «СУЭК»;

– Совместно с ФГУП «УНИИМ» разработан и внесен в государственный реестр средств измерений набор стандартных образцов утвержденного типа (ГСО) состава угля бурого Павловского месторождения УБ-1СО МИСиС (партия №2);

– Начаты работы по разработке ГСО утвержденного типа содержания железа в золе угля Березовского разреза.

– 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.

– 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.

– Установлено, что склонность углей к окислению, их потенциальная выбросоопасность, а также различия в механических свойствах на nano- и микроуровне определяются нарушением углей, которая, в свою очередь, зависит от степени неоднородности структуры углей разных генотипов.

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

В 2018 г. аспирант подразделения успешно освоил программу научно-педагогических кадров в аспирантуре с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь». Защита диссертации планируется в 2019 г.

Проведено обучение специалистов АО «СУЭК-Красноярск» по программе ДПО в рамках курса ««Нормативное и методическое обеспечение управления качеством и безопасностью углей и отходов их добычи и переработки».

Подготовлен и с 2018 года запущен онлайн-курс «Твердые горючие ископаемые. Систематика, происхождение, свойства» на платформе «Открытое образование».

#### **Основные публикации**

– Vatulyan A.O., Lyapin A.A., Kossovich E.L. Studying of Elastoplastic Properties of Coal Specimens Using Indentation Technique // Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Math. Mech. Inform., 2018. Vol. 18, № 4. P. 412–420. DOI: 10.18500/1816-9791-2018-18-4-412-420.

– Kossovich E. Characterization of micromechanical properties of coals of different types by nanoindentation // Geomechanics and Geodynamics of Rock Masses: Proceedings of the 2018 European Rock Mechanics Symposium, London: CRC Press, 2018. P. 1603–1606.

– Epshtein S.A., Kossovich E.L., Prosina V.A., Dobryakova N.N. Features of sorption-induced strength degradation of coals originated from potentially prone to outburst and non-hazardous packs // *Gornyi Zhurnal*, 2018. № 12. P. 18–22. DOI: 10.17580/gzh.2018.12.04.

– Novikov E.A., Oshkin R.O., Shkuratnik V.L., Epshtein S.A., Dobryakova N.N. Application of thermally stimulated acoustic emission method to assess the thermal resistance and related properties of coals // *International Journal of Mining Science and Technology*, 2018. Vol. 28, № 2. P. 243–249. DOI: 10.1016/j.ijmst.2017.12.019.

– Medvedevskiy M.Y., Sergeeva A.S., Nazimov S.A., Minaev V.I. Development of new types of coal certified reference materials // *Gornyi Zhurnal*, 2018. P. 50–53. DOI: 10.17580/gzh.2018.05.06.

– Фоменко Н.А., Никитина И.М., Эпштейн С.А., Гущина Т.О., Минаев В.И., Агарков К.В. Сорбционная активность бурых углей по отношению к ионам стронция // *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*, 2018. № 10, S45. P. 20. DOI: 10.25018/0236-1493-2018-10-45-3-17.

– Созонова Т.С., Соколовская Е.Е., Силютин С.А., Минаев В.И., Эпштейн С.А. Методы определения фтора в углях и отходах их добычи и переработки // *Горный информационно-аналитический бюллетень (Научно-технический журнал)*, 2018. № S22. P. 3–13. DOI: 10.25018/0236-1493-2018-5-22-3-13.

– Фоменко Н.А., Никитина И.М., Гущина Т.О., Журавлев А.А., Созонова Т.С. Изменение состава водорастворимых веществ из золошлаковых отходов в присутствии бурого угля. *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2018. № S26. С. 3-14. DOI: 10.25018/0236-1493-2018-6-26-3-14.

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

Количество публикаций:

– статей – 8, в том числе в российских научных журналах из списка ВАК – 2, в научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science и Scopus – 6, из них 1 в журнале, входящем в 1 квартиль Scopus;

– конференций, в которых принимали участие сотрудники подразделения – 5.

– количество аттестованных методик – 1;

– количество межгосударственных стандартов (первая редакция) – 2;

– количество национальных стандартов (первая редакция) – 3.

#### **Контакты**

**Эпштейн Светлана Абрамовна** – зав. НУИЛ «Физико-химии углей», д-р техн. наук, старший научный сотрудник

**E-mail:** epshtein@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.: 16 кандидатов наук, 25 ведущих специалиста отрасли.

В числе преподавателей – 6 сертифицированных специалистов и консультантов по управлению проектами, в их числе президент и вице-президент СОВНЕТ/РМА.

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

Сотрудники института ИБС в 2018 принимали участие в 73 исследованиях в рамках НИР при выполнении хоздоговорных и государственных контрактов компаний IBS и КГ «Борлас» в качестве экспертов и консультантов в проектах по внедрению информационных систем. Имеется 38 актов о внедрении, 23 рекомендации к внедрению, 1 сертификат о государственной регистрации программы ЭВМ, остальные НИР на сегодня в стадии исполнения.

В 2018 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.

В качестве примеров тем можно привести темы выполненных работ:

- Эвристический алгоритм анализа, моделирования и оптимизации бизнес-процессов на основе данных журналов событий.
- Модель архитектуры функционального компонента поддержки процессов социального страхования.
- Методика разработки систем высокотехнологичных изделий на этапе предварительного проектирования с применением модельно-ориентированного подхода.
- Система хранения данных для государственного финансового учреждения.
- Модель подсистемы расчета налога на добычу полезных ископаемых для крупного нефтегазодобывающего предприятия.
- Методика прогнозирования, оценки и управления рисками инфраструктурных ИТ-проектов.
- Модель архитектуры и алгоритмическое обеспечение системы автоматизированного управления задачами с применением методологий SCRUM и KANBAN для крупных инженеринговых проектов.
- Методика трансфера технологий для сервиса кооперации Государственной информационной системы промышленности.
- Модель процесса управления релизами ИТ-сервисов крупной телекоммуникационной компании.
- Модель прогнозирования дорожной ситуации в навигационных сервисах.
- Модель управления данными платформы «Интернета вещей» для проектов с открытым исходным кодом.
- Методика применения гибких методов управления проектами разработки архитектуры предприятия.
- Модель процесса разработки конструкторской документации машиностроительного предприятия.
- Модель архитектуры и прототип инфраструктуры виртуальных рабочих мест географически распределенной компании.
- Информационное обеспечение системы управления знаниями предприятий судостроительной отрасли.
- Модель интеграции электронной торговой площадки компании авиаперевозчика с единой ИС в сфере закупок.

**Основные научно-технические показатели:**

За истекший год сотрудники института по результатам НИР опубликовали 21 статью.

**Основные публикации:**

1. Sachin Kumar, Marina I. Nezhurina. An ensemble classification approach for prediction of user's next location based on Twitter data / Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, Springer, 2018, pp.1-11.
2. Sharma, B., Kumar, S., Tiwari, P., Yadav, P., Nezhurina, M.I. ANN based short-term traffic flow forecasting in undivided two lane highway (2018) Journal of Big Data, 5 (1), Article № 48.
3. Kumar, S., Sharma, B., Nezhurina, M.I. Responsible Factors of Powered Two Wheeler Accidents: A Review (2018) Proceedings of the 2018 3rd IEEE International Conference on Research in Intelligent and Computing in Engineering, RICE 2018, Article № 8509039.
4. Zagumennov P. D., Belov A. V. Software Algorithm for Evaluating the Effectiveness of the Financial Message Transfer System, in: Proceedings of the 2018 IEEE International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies" (IT&QM&IS). IEEE, 2018. P. 308-311
5. Measurement of inductance of liquefied natural gas. Makarov V., Klarin A., Shurygin V., Dyumin A., Yadykin I. Conference of Open Innovation Association, FRUCT. 2018. № 22. С. 138-143.
6. The experimental study of 'unwanted music' noise pollution influence on command recognition by brain-computer interface/ Voznenko T.I., Dyumin A.A., Gridnev A.A., Delov V.A., Aksenova E.V. В сборнике: Procedia Computer Science 8. Сер. "8th Annual International Conference on Biologically Inspired Cognitive Architectures, BICA 2017 (8th Annual Meeting of the BICA Society)" 2018. С. 528-533.

7. The academic integrity violations detection system for data science course on the mooc-platform/ Dyumin A.A., Voznenko T.I., Gridnev A.A., Andrianova S.V. В сборнике: 19th IEEE Mediterranean Electrotechnical Conference, MELECON 2018 - Proceedings 19. 2018. С. 52-57.
8. Выбор решений при проектировании сложных систем на основе анализа вариантов со случайными весами/ Пастушков А.А., Батоврин В.К. Российский технологический журнал. 2018. Т. 6. № 4 (24). С. 78-88.
9. Качество территориального общественного самоуправления/ Мелюхин Г.М., Круглов М.Г., Южакова И.Ю. Менеджмент качества. 2018. № 3. С. 176-185.
10. Внедрение систем менеджмента качества в некоммерческой организации: дорожная карта / Южакова И.Ю., Круглов М.Г. Менеджмент качества. 2018. № 4. С. 246-253.
11. На пути к автономным базам данных /Ривкин М. Открытые системы. СУБД. 2018. № 2. С. 31.
12. Основы теории комплексной деятельности. ч. 1. структуры комплексной деятельности. неопределённость и порождение комплексной деятельности / Белов М.В., Новиков Д.А. Проблемы управления. 2018. № 4. С. 36-45.
13. Сетевые активные системы: модели планирования и стимулирования/ Белов М.В., Новиков Д.А. Проблемы управления. 2018. № 1. С. 47-57.
14. Некоторые модели разработки технологий комплексной деятельности/ Белов М.В. В сборнике: Социофизика и социоинженерия'2018 труды второй Всероссийской междисциплинарной конференции. Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН; Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова. 2018. С. 65-66.
15. Models of adaptation in dynamical contracts under stochastic uncertainty/ Belov M.V., Novikov D.A. Advances in Systems Science and Applications. 2018. Т. 18. № 1. С. 110-131.
16. Основы теории комплексной деятельности. ч. 2. жизненные циклы комплексной деятельности. организация и управление как комплексная деятельность/ Белов М.В., Новиков Д.А. Проблемы управления. 2018. № 5. С. 39-48.
17. Проблемы управления жизненными циклами организационно-технических систем/ Белов М.В. Управление большими системами: сборник трудов. 2018. Т. 76. С. 117-172.
18. В.Н. Бабешко, Е.А. Воякин, Е.В. Пономарева. Исследование моделей и технологий дообразования детей и критериев их эффективности // Дополнительное образование и Воспитание – 2018 – № 1 (219) – С. 3-9.
19. Бабешко В.Н., Воякин Е.А. Особенности применения мобильных образовательных сервисов на платформе управления мобильными устройствами для общего образования / Проблемы и вопросы современной науки. «Тенденции развития науки и образования» Декабрь 2018 г. Рецензируемый сборник научных трудов № 1 (1), Часть 2. Изд. Научно-Издательский Центр Международной Объединенной Академии Наук (НИЦ МОАН), 2018. – С.34-43. (SPLN 001-000001-0370-PN; DOI 10.18411/pivsn-part2; IDSP pivsn-part2). URL: <http://science-publishing.ru/wp-content/uploads/2018/07/pivsn2.pdf>
20. Попов С.Г., Самочадин А.В., Петин Б.Б., Пономарева Е.В., Бабешко В.Н. Разработка прототипа типового компонента системы бизнес-анализа на основе результатов исследования средств и методов интерактивного прогнозирования / Перспективы науки № 12(111)2018 – С. 54-61. (<http://moofrnk.com/perspektivy-nauki/arhiv>)
21. Дмитриева Н.А. Об инвариантности критериальных оценок многовалютных инвестиционных проектов. // Труды Института системного анализа Российской академии наук. Том 68, выпуск 4 / под ред. Л.С. Шibaевой. – М.: Поли Принт Сервис, 2018. – с. 3-16.

#### **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 би-функциональных 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.

Физико-химическое исследование магнитных наноматериалов, в том числе:

- структурный анализ и измерение физических свойств;
- измерение статистических и динамических характеристик магнитных материалов;
- исследование коллоидной стабильности наночастиц;
- *in vivo* исследования магнитных наноматериалов;
- интравитальная микроскопия;
- проведение гипертермии.

#### **Кадровый потенциал подразделения**

В лаборатории работают четыре профессора, четыре доктора наук, одиннадцать кандидатов наук, семь аспирантов и двадцать студентов, из них: один доктор химических наук, два доктора биологических наук, три кандидата 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 хозяйственных и бюджетных работ**

Выполняются три работы по заданию Министерства образования и науки РФ (2017-2019 гг.), две работы по заданию РФФИ (2017-2019 гг.) Соглашения на предоставление субсидии на общую сумму 44,7 млн. рублей.

Кроме того, сотрудники лаборатории активно участвуют в работах, выполняемых другими подразделениями и институтами.

#### **Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2018 г.**

В 2018 году 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*. Был получен стабильный комплекс магнитных наночастиц с фотосенсибилизатором, способный обеспечивать эффективную загрузку молекул фотосенсибилизатора, при этом сохраняя их физико-химические свойства и активность в фотодинамической терапии.

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

В 2018 году лаборатория подготовила пять магистров и одного кандидата наук.

#### **Основные публикации:**

1. Guk D.A. et al. New ferrocene-based 2-thio-imidazol-4-ones and their copper complexes. Synthesis and cytotoxicity // *Dalt. Trans.* 2018. Vol. 47, № 48. P. 17357–17366.
2. Efremova M. V. et al. *In Situ* Observation of Chymotrypsin Catalytic Activity Change Actuated by Nonheating Low-Frequency Magnetic Field // *ACS Nano.* 2018. Vol. 12, № 4. P. 3190–3199.
3. Petrov R.A. et al. Synthesis and biological evaluation of novel mono- and bivalent ASGP-R-targeted drug-conjugates // *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 2018. Vol. 28, № 3. P. 382–387.
4. Grin M.A. et al. Bacteriochlorophyll a Derivatives with Sulfur-Containing Amino Acids as Promising Photosensitizers for Cancer PDT // *Macroheterocycles.* 2018. Vol. 11, № 1. P. 89–94.

5. Ivanenkov Y.A. et al. Synthesis and biological evaluation of novel doxorubicin-containing ASGP-R-targeted drug-conjugates // *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 2018. Vol. 28, № 3. P. 503–508.
6. Corrigendum to “Bacteriochlorophyll a derivatives with sulfur - containing amino acids as promising photosensitizers for cancer PDT” // *Macroheterocycles.* 2018. Vol. 11, № 3. P. 329.
7. Beloglazkina E.K. et al. Synthesis, characterization, and cytotoxicity of binuclear copper(II) complexes with tetradentate nitrogen-containing ligands bis-5-(2-pyridylmethylidene)-3,5-dihydro-4H-imidazol-4-ones // *Polyhedron.* 2018. Vol. 148. P. 129–137.
8. Golovin Y.I. et al. New Approaches to Nanotheranostics: Polyfunctional Magnetic Nanoparticles Activated by Non-Heating Low-Frequency Magnetic Field Control Biochemical System with Molecular Locality and Selectivity // *Nanotechnologies Russ.* 2018. Vol. 13, № 5–6. P. 215–239.
9. Erofeev A. et al. Novel method for rapid toxicity screening of magnetic nanoparticles // *Sci. Rep.* 2018. Vol. 8, № 1. P. 7462.
10. Salimova I.A. et al. A convenient synthesis of copper(II) bis[5-(pyridin-2-yl-methylidene)-2-thiohydantoin] complexes // *Mendeleev Commun.* 2018. Vol. 28, № 5. P. 524–526.
11. Suvorov N. V. et al. Synthesis of PSMA-targeted 13<sup>1</sup>- and 15<sup>2</sup>-substituted chlorin e<sub>6</sub> derivatives and their biological properties // *J. Porphyr. Phthalocyanines.* 2018. Vol. 22, № 11. P. 1030–1038.
12. Golovin Y.I. et al. Ways and Methods for Controlling Biomolecular Structures Using Magnetic Nanoparticles Activated by an Alternating Magnetic Field // *Nanotechnologies Russ.* 2018. Vol. 13, № 5–6. P. 295–304.
13. Naumenko V. et al. Biodistribution and Tumors MRI Contrast Enhancement of Magnetic Nanocubes, Nanoclusters, and Nanorods in Multiple Mice Models // *Contrast Media Mol. Imaging.* 2018. Vol. 2018. P. 1–12.
14. Efremova M. V. et al. Size-selected Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-Au hybrid nanoparticles for improved magnetism-based theranostics // *Beilstein J. Nanotechnol.* 2018. Vol. 9. P. 2684–2699.
15. Abakumov M.A. et al. Toxicity of iron oxide nanoparticles: Size and coating effects // *J. Biochem. Mol. Toxicol.* 2018. P. e22225.
16. Voronova A.D. et al. Survival and Migration of Rat Olfactory Ensheathing Cells after Transplantation into Posttraumatic Cysts in the Spinal Cord // *Bull. Exp. Biol. Med.* 2018.
17. Zhang C. et al. Diffusion Tensor Imaging in Diagnosis of Post-Traumatic Syringomyelia in Spinal Cord Injury in Rats // *Med. Sci. Monit.* 2018. Vol. 24. P. 177–182.
18. Nukolova N.V. et al. Multilayer polyion complex nanoformulations of superoxide dismutase 1 for acute spinal cord injury // *J. Control. Release.* 2018. Vol. 270. P. 226–236.
19. Nikitin A.A. et al. Synthesis of Iron Oxide Nanoclusters by Thermal Decomposition // *Langmuir.* 2018. Vol. 34, № 15. P. 4640–4650.
20. Nizamov T.R. et al. Effect of Iron Oxide Nanoparticle Shape on Doxorubicin Drug Delivery Toward LNCaP and PC-3 Cell Lines // *Bionanoscience.* 2018. Vol. 8, № 1. P. 394–406.
21. Stepanova O. V. et al. Isolation of Rat Olfactory Ensheathing Cells and Their Use in the Therapy of Posttraumatic Cysts of the Spinal Cord // *Bull. Exp. Biol. Med.* 2018. Vol. 165, № 1. P. 132–135.
22. Omelyanchik A. et al. Design of Conductive Microwire Systems for Manipulation of Biological Cells // *IEEE Trans. Magn.* 2018. Vol. 54, № 6. P. 1–5.
23. Nikitin A.A. et al. Anisotropic Iron-Oxide Nanoparticles for Diagnostic MRI: Synthesis and Contrast Properties // *Pharm. Chem. J.* 2018. Vol. 52, № 3. P. 231–235.
24. Semkina A.S. et al. Multimodal doxorubicin loaded magnetic nanoparticles for VEGF targeted theranostics of breast cancer // *Nanomedicine Nanotechnology, Biol. Med.* 2018. Vol. 14, № 5. P. 1733–1742.
25. Nguyen T.L. et al. Effect of Magnetite Nanoparticle Morphology on the Parameters of MRI Relaxivity // *Bull. Russ. Acad. Sci. Phys.* 2018. Vol. 82, № 9. P. 1214–1221.
26. Anpilov A.M. et al. Nanocarbon colloid produced by electro-spark discharge in ethanol for seeding the substrates in MPACVD synthesis of polycrystalline diamond films // *J. Phys. Conf. Ser.* 2018. Vol. 1094. P. 012030.
27. Efremova M. V. et al. Magnetite-Gold nanohybrids as ideal all-in-one platforms for theranostics // *Sci. Rep.* 2018. Vol. 8, № 1. P. 11295.

28. Latanova A.A. et al. 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 // Sci. Rep. 2018. Vol. 8, № 1. P. 8078.

**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., Науменко В.А., Власова К.Ю., Водопьянов С.С.

«Способ лечения онкологических заболеваний с помощью инъекций лекарственного препарата» Мажуга А.Г., Абакумов М.А., Науменко В.А., Власова К.Ю., Водопьянов С.С.

Количество конференций в которых участвовали сотрудники лаборатории - 8;

Количество защищенных кандидатских диссертаций – 1.

**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



### **Задачи, направления и перспективы научной деятельности**

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 сверхпроводящих параметрических усилителей, напылению сверхпроводниковых плёнок с высокой кинетической индуктивностью, исследованию квантовых метаматериалов на основе сверхпроводниковых кубитов. Ещё одним направлением деятельности является разработка 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. Также в лаборатории ведутся теоретические и экспериментальные фундаментальные исследования в области гибридных структур сверхпроводник – ферромагнетик и гибридных джозефсоновских контактов.

Практические применения результатов наших исследований в значительной степени связаны с бурно развивающейся в настоящее время элементной базой для построения квантовых компьютеров и квантовых симуляторов.

### **Кадровый потенциал подразделения**

6 докторов наук, 9 кандидатов наук, 8 аспирантов, 9 студентов, 4 инженера, 1 ВКР.

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

Общий объем финансирования проводимых исследований в 2018 году составил 216,9 млн. руб., в том числе 153,8 млн. руб. на развитие технологической и экспериментальной приборной базы лаборатории.

### **Наиболее крупные проекты, выполненные в 2018 году**

Составная часть проекта Фонда перспективных исследований «Создание технологии обработки информации на сверхпроводящих кубитах» (2 этап);

«Квантовые метаматериалы на основе сверхпроводниковых кубитов», грант Российского Научного Фонда № 16-12-00095 (3 этап);

«Матричный сверхпроводящий сенсор с высокочастотным считыванием», грант Российского Научного Фонда № 17-19-01786 (2 этап);

«Сверхпроводящие схемы и компоненты для квантовой обработки информации», проект в рамках программы повышения конкурентоспособности НИТУ «МИСиС»;

«Сверхпроводящие гибридные структуры и метаматериалы для элементов квантовой электроники», проект в рамках программы повышения конкурентоспособности НИТУ «МИСиС».

### **Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2018 году**

Совместно с коллегами из МФТИ, РКЦ, Сколтеха, а также Университета Лондона, Национальной физической лаборатории Теддингтона в Великобритании, Университета Карлсруэ и Института фотонных технологий в Германии создан принципиально новый кубит. В отличие от классических сверхпроводниковых кубитов, основанных на джозефсоновских контактах, представляющих собой тонкий диэлектрический слой в сверхпроводнике, через который туннелируют куперовские пары, новый кубит построен на основе сверхпроводящих нанопроводов. Нанопровода представляют собой сужения шириной несколько десятков нанометров в сверхпроводящей плёнке толщиной в единицы нанометров. Принцип работы такого кубита основан на эффекте квантового проскальзывания фазы – контролируемого периодического разрушения

и восстановления сверхпроводимости в нанопроводах. Созданное устройство двойственно СКВИДу, представляющему собой сверхпроводящее кольцо с двумя джозефсоновскими контактами, в котором наблюдается квантование магнитного потока. Двойственность заключается в том, что вместо джозефсоновских контактов в кольцо включены сверхпроводящие нанопровода, а вместо квантования магнитного потока наблюдается квантование заряда, находящегося на небольшом широком участке сверхпроводника между нанопроводами. Таким образом, нанопровода заменяют в этом устройстве джозефсоновские контакты, при этом они не требуют создания диэлектрических прослоек и весь кубит может быть изготовлен из одной тонкой сверхпроводящей плёнки. Результаты исследований опубликованы в журнале *Nature Physics* [*de Graaf S.E. et al., Nature Physics, 14 (6), pp. 590-594 (2018)*]

Достигнут существенный прогресс в разработке матричного низкотемпературного детектора терагерцового диапазона с частотным мультиплексированием. Чувствительный элемент детектора представляет собой сверхпроводящий поглотитель, считывание отклика которого производится сигналом на частоте около 1,5 ГГц. Поглотитель представляет собой микромо-стик из гафния размером  $2,5 \text{ мкм} \times 2,5 \text{ мкм} \times 50 \text{ нм}$  встроенный в четвертьволновый резонатор из ниобия добротностью около 10 000, который слабо связан со считывающей СВЧ линией. Удалось получить плавное изменение коэффициента передачи от приложенной микроволновой мощности на резонансной частоте. Методом фиксированных потерь в резонаторе мы подтвердили теоретическую модель теплообмена. Схема была проверена на интеграцию с планарной антенной 600-700 ГГц, которая служит не только улавливателем терагерцового излучения, но также встроенным полосовым фильтром на входе датчика. Внутренняя эквивалентная мощность шума (около  $10^{-18} \text{ Вт}/\sqrt{\text{Гц}}$ ) оказалось достаточной для практического болометра, работающего на борту космической радиообсерватории при температуре около 200 мК. Мы подтвердили, что оптимальная частота считывания находится на пике резонанса, что сводит к минимуму влияние фазовой нестабильности в приемной системе. Новый детектор является, по сути, линейным преобразователем мощности микроволновой накачки, управляемым терагерцовым излучением, и может работать с усилением. Настоящее исследование может оказаться полезным для широкого круга применений, например, для электронной термометрии с использованием микроволн. Результаты работы опубликованы в статьях [*Merenkov A.V. et al., IEEE Transactions on Appl. Supercond. 28 (7), 2100305 (2018)*; *Merenkov A.V. et al., Techn. Phys. Lett. 44 (7), p. 581-584 (2018)*]

В сотрудничестве с коллегами из МФТИ и ИФГТ РАН описан новый тип гибридного взаимодействия сверхпроводимости и ферромагнетизма, который представляет практический интерес в области магноники. Магноника - это актуальная посткремниевая область исследований материалов, физических процессов, структур и устройств для передачи и обработки информации с помощью спиновых волн. Явления сверхпроводимости и ферромагнетизма по своей сути антагонистичны: в первом случае магнитное поле вытесняется из объема материала, во втором же существует в нем и обеспечивает установление определенного порядка моментов атомов. Однако, в гибридных системах эти явления не только сосуществуют, но и «работают» вместе. Нам удалось обнаружить, что в гибридной системе при распространении спиновых волн в ферромагнитной пленке, связанной индуктивно со сверхпроводящей поверхностью, происходит существенное (до двух раз) увеличение фазовой скорости спиновых волн, что открывает возможности для увеличения быстродействия магнонных устройств. Суть эффекта заключается в индуктивном динамическом взаимодействии спинов в ферромагнетике с экранирующими Мейснеровскими токами сверхпроводника. Результаты исследований освещены в нескольких статьях, в том числе в статье [*Golovchanskiy I.A. et al., Advanced Functional Materials 28 (33), 1802375 (2018)*].

Разработан метаматериал-диэлектрик, уникальные характеристики и простота изготовления которого позволят использовать его для создания новейших оптических устройств. По сравнению с металлическими метаматериалами, диэлектрические представляют особый интерес с точки зрения минимизации рассеивания энергии, так как они не нагреваются под действием электромагнитного излучения. Кроме того, все материалы такого типа можно масштабировать в оптическом диапазоне и контролировать их резонанс. Ранее диэлектрические метаматериалы,

как правило, изготавливались путем фабрикации сложных диэлектрических (сферических или цилиндрических) наночастиц, или же путем напыления различных нанослоев. Нам удалось показать, что метаматериалы можно изготавливать путем перфорирования отверстий в тонкой пленке кремния или другого диэлектрика. В теоретической части исследования нам удалось показать, что в оптическом диапазоне частот можно возбудить особое анапольное состояние, которое перспективно для сильной локализации электромагнитных полей, а также сенсоров. Кроме того, мы установили, что такой метаматериал может быть «прозрачен» для электромагнитных волн, что открывает перспективы для его применения, например, в кремниевой нанооптике и солнечных батареях. Результаты исследований опубликованы в статье [Osipanova A.K. et al., *Laser and Photonics Review* 12(7), 1800005 (2018)]

### **Подготовка специалистов высшей квалификации**

Аверкин Александр Сергеевич защитил диссертацию в НИТУ «МИСиС» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук на тему «Ультра-компактные сверхпроводящие резонаторы для построения электромагнитных метаматериалов» 12 декабря 2018 года (степень присуждена 11 февраля 2019 года).

### **Основные публикации**

– de Graaf, S.E.; Skacel, S.T.; Hoenigl-Decrinis, T.; Shaikhaidarov, R.; Rotzinger, H.; Linzen, S.; Ziegler, M.; Antonov, V.; P'ichev, E.; Ustinov, A.V.; Tzalenchuk, A.Ya.; Astafiev, O.V., *Charge Quantum Interference Device*, *Nature Physics* 14 (6), pp. 590-594 (2018). doi:10.1038/s41567-018-0097-9

– Shulga, K. V.; P'ichev, E.; Fistul, M. V.; Besedin, I. S.; Butz, S.; Astafiev, O.V.; Hubner, U.; Ustinov, A. V., *Magnetically induced transparency of a quantum metamaterial composed of twin qubits*, *Nature Communications* 9, Art. Nr. 150 (2018). doi: 10.1038/s41467-017-02608-8

– Golovchanskiy, I. A.; Abramov, N. N.; Stolyarov, V. S.; Bolginov, V. V.; Ryazanov, V. V.; Golubov, A. A.; Ustinov, A. V., *Ferromagnet/superconductor hybridization for magnonic applications*, *Advanced Functional Materials* 28 (33), Art. Nr. 1802375 (2018). doi: 10.1002/adfm.201802375

### **Основные научно-технические показатели за 2018 год**

- 37 статей в научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science.
- 1 патент на изобретение.
- 2 заявки на выдачу патентов.
- 13 международных конференций, в которых принимали участие сотрудники лаборатории.
- 12 научных семинаров, организованных и проведенных в НИТУ «МИСиС», включая семинары с приглашением ведущих мировых экспертов в области сверхпроводимости.
- Совместно с коллегами из МФТИ и РКЦ организована и проведена в Москве международная конференция «Сверхпроводниковые квантовые технологии» <http://sqt-conference.ru/>

### **Награды**

– Заведующий лабораторией А.В. Устинов получил престижную награду Google Research Award 2017 в номинации «Квантовые вычисления».

### **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 лаборатории  
 Профессор и лауреат австралийского научного фонда,  
 Школа химии, физики и машиностроения,  
 Факультет науки и инженерии,  
 Квинслендский технологический университет, Австралия  
 Почетный приглашенный лидер группы нанотрубок,  
 Главный ученый международного центра наноархитекто-  
 ники, Национальный Институт Материаловедения, Цуку-  
 ба, Япония

**Штанский Дмитрий Владимирович**  
 Заведующий лабораторией, д.ф.-м.н.,  
 проф. каф. ПМиФП



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, на-  
нопластины, нанолиты) и покрытий с использованием методов высокотемпературного хими-  
ческого осаждения из газовой фазы;
- Функционализация поверхности наноструктур BN с применением методов химической  
и плазмохимической обработки;
- Синтез гибридных наночастиц BN/(Al, Ag, Au, Pt);
- Разработка, получение и оптимизация структуры сверхпрочных композиционных мате-  
риалов на основе легких металлических матриц и наноструктур нитрида бора;
- Морфологический и структурный анализ наночастиц, композиционных и гибридных на-  
номатериалов с помощью современных аналитических методов: сканирующая и просвечиваю-  
щая электронная микроскопия, атомно-силовая микроскопия, ИК спектроскопия, спектроско-  
пия комбинационного рассеяния света;
- Разработка новых видов нанокатализаторов;
- Разработка наноносителей для терапии онкологических патологий;
- Разработка наночастиц и покрытий на основе BN для борьбы с инфекциями;
- Плазменная полимеризация и разработка поверхностно-модифицированных биораство-  
римых полимеров;
- Теоретическое моделирование наноструктур, в том числе расширение научных знаний о  
неуглеродных наноматериалах, преимущественно двумерных, поиск новых устойчивых нано-  
структур, 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
- Ведущий инженер – Н.В. Артемова
- Инженер – Е.С. Пермякова (аспирант), И.Н. Волков (аспирант), К.Ю. Гудзь (аспирант), Ш. Кортэ (аспирант)
- В работе лаборатории принимают участие 2 доктора наук, 8 кандидатов наук, 1 Ph.D, 4 аспиранта.

**Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2018 году**

45,1 млн. руб.

**Наиболее крупные проекты, выполненные в 2018 г.**

- Проект № К2-2016-011 по теме «Центр превосходства в области нано-, биоматериалов и инженерии поверхности для улучшения продолжительности и качества жизни»
- Проект № К2-2016-002 по теме «Многоуровневый дизайн и химический синтез перспективных материалов с иерархической структурой»
- Проект № К2-2017-001 по теме «Теоретическое материаловедение наноструктур»
- Проект № К2-2017-082 по теме «Двумерные карбиды и нитриды переходных металлов (MXenes) и гетерогенные наноструктуры на основе VN 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 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 К4-2016-005 по теме «Модификация поверхностных свойств нанокompозитов с целью стимулирования адгезии и пролиферации клеток для совершенствования имплантатов»
- Грант РФФИ по теме «Разработка научных основ газотранспортного синтеза гибридных наночастиц VN/(Ag, Au) для биомедицинских применений»
- Грант РФФИ по теме «Особенности свойств новых двумерных материалов»
- Грант РФФИ по теме «Исследование соединения сплавов Гейслера и ряда низкоразмерных материалов для использования в спинтронике»
- Грант РФФИ по теме «Наносенсоры на основе одномерных нанолент  $Ta_2X_3Y_8$ , (X = Pd, Pt; Y = S, Se)»
- Грант РФФИ по теме «Фотодетекторы дальнего УФ излучения на основе VN наногетероструктур типа ядро-оболочка и квантовых точек»
- Грант РФФИ 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»
- Грант РФФИ по теме «Фундаментальное исследование новых гибридных нанотрубок на основе VN-НТ и УНТ как перспективных материалов для гибкой электроники»
- Грант 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»

**Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2018 г.**

- Методом импульсного плазменного спекания синтезированы композиционные материалы на основе Al, упрочненные нанопластинами VN, полученными методом шарового размла

в среде полиэтиленгликоля. Также изучены структура и механические свойства Al композитов, одновременно упрочненных фазами AlN, AlB<sub>2</sub> и BN. Фазы AlN и AlB<sub>2</sub>, вносящие дополнительный вклад в упрочнение, образуются в результате химического взаимодействия Al и BN. Прочность композитов на растяжение возросла на 135% при комнатной температуре и 185% при 500 °C по сравнению с чистым Al. Моделирование из первых принципов показало, что высокая прочность композитов связана с прочными границами раздела Al/AlN и Al/AlB<sub>2</sub>.

– Синтезированы гибридные наноструктуры BN/Ag с развитой наружной поверхностью. Формирование гибридных материалов Ag/BN исследовано в реакции разложения нитрата серебра в полиэтиленгликоле и его растворах при ультрафиолетовом облучении при комнатной температуре. Изучена эффективность применения Ag/BN в качестве перспективных нанокатализаторов химических реакций и бактерицидных агентов. Гибридные наноструктуры Ag/BN показали высокую каталитическую активность в реакциях окисления метанола и CO. Показано, что увеличение содержания B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> на поверхности частиц BN (до некоторого предела) приводит к увеличению количества наночастиц Ag на их поверхностях. Экспериментальные результаты были подтверждены расчетом из первых принципов энергии адгезии (111)<sub>Ag</sub> с (0001)<sub>h-BN</sub> и (100)<sub>B<sub>2</sub>O<sub>3</sub></sub> поверхностями. В отличие от несмачиваемости поверхности h-BN наночастицами Ag, серебро хорошо связывается с B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> посредством ковалентной связи. BNNPs/Ag наногриды, синтезированные с использованием носителей BN с оптимизированным количеством B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, обладают значительно более высокой каталитической активностью в реакции окисления метанола по сравнению с BN без или с избыточным количеством оксида. Наилучшие каталитические характеристики (минимальная температура полной конверсии CO 194 °C) наблюдались у образца с максимальным содержанием наночастиц серебра. На основе моделирования из первых принципов предложен механизм окисления CO.

– Получены полимерные волокна с биоактивным покрытием TiCaPCON для инженерии костных тканей. Разработаны антибактериальные биосовместимые полимерные волокна, модифицированные COOH-ангидридными плазменными полимерами и иммобилизованные гентамицином. Методами РФС и первопринципного моделирования изучена пришивка карбоксильных групп к поверхности полимерных волокон с использованием CO<sub>2</sub>/C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>/Ag импульсной плазмы.

– Экспериментально и теоретически изучено химическое взаимодействие доксорубицина с наночастицами BN(O), используемыми в качестве носителей для доставки лекарства в опухолевые клетки.

– Синтезированы наноконусы h-BN с наименьшим углом при вершине, разработана теория, описывающая поляризацию наноконусов, изучены их механические свойства.

– Путем теоретического моделирования и методом механических испытаний в колонне электронного микроскопа изучены механические свойства полых сферических наночастиц BN. Показана высокая механическая жёсткость наноструктур и обратимость их деформации.

– Изучены спин-зависимые локальные электронные состояния перспективного для применения в спинтронике соединения графена со сплавом Гейслера Co<sub>2</sub>Fe<sub>1</sub>Ge<sub>1/2</sub>Ga<sub>1/2</sub>. Изучен эффект индуцирования спиновой поляризации на графене. Полученные результаты важны для описания спинтронных эффектов и дальнейшего потенциального проектирования устройств на основе изученных соединений.

– Показано, что базисная плоскость монослоев MoS<sub>2</sub>, ранее считавшаяся инертной, самопроизвольно окисляется в условиях окружающей среды. Изученная реакция окисления замещения атомов серы атомами кислорода дает возможность контролируемой модификации отдельных атомных центров двумерных кристаллов, что открывает путь к созданию одноатомного прецизионного химического дефекта.

– Подготовлен обзор на тему: «Получение и применение BN наночастиц, нанопластин и их наногридов» (обзор опубликован в журнале Nanoscale).

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

Инженер лаборатории Х. Юсупов защитил диссертацию «Термоэлектрические эффекты в полимерматричных композитах» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 (физика полупроводников).

**Основные публикации**

1. A. Manakhov, E. Permykova, S. Ershov, A. Sheveyko, J. Polcak, N. Gloushankova, L. Zajickova, 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.
2. 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** (2019)
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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. Polčak, D.V. Shtansky, Microstructure, chemical and biological performance of boron-modified TiCaPCON films, **Applied Surface Science** 465 (2019) 486–497.
7. V.A. Ponomarev, I.V. Sukhorukova, A.N. Sheveyko, E.S. Permyakova, A.M. Manakhov, S.G. Ignatov, N.A. Gloushankova, I.Y. Zhitnyak, O.I. Lebedev, J. Polčak, A.M. Kozmin, D.V. Shtansky, Antibacterial performance of TiCaPCON films incorporated with Ag, Pt and Zn: bactericidal ions versus surface micro-galvanic interactions, **ACS Applied Materials & Interfaces** 10 (2018) 24406-24420.
8. I.V. Sukhorukova, A.N. Sheveyko, A. Manakhov, I.Y. Zhitnyak, N.A. Gloushankova, E.A. Denisenko, S. Yu. Filippovich, S.G. Ignatov, D.V. Shtansky, Synergistic and long-lasting antibacterial effect of antibiotic-loaded TiCaPCON-Ag films against pathogenic bacteria and fungi, **Mater. Sci. Eng. C** 90 (2018) 289-299.
9. A.S. Konopatsky, D.V. Leybo, K.L. Firestein, Z.I. Popov, A.V. Bondarev, A.M. Manakhov, E.S. Permyakova, D. Golberg, D.V. Shtansky, Synthetic routes, structure and catalytic activity of Ag/BN nanoparticle hybrids toward CO oxidation reaction, **Journal of Catalysis** 368 (2018) 217-227.
10. E.S. Permyakova, L.Yu. Antipina, I.V. Sukhorukova, J. Polčak, A.M. Kovalskii, A.M. Manakhov, D.V. Shtansky, Experimental and theoretical study of doxorubicin chemical interaction with BN(O) drug delivery nanocarriers, **J. Phys. Chem. C** 122(46) (2018) 26409-26418.
11. M. Michlíček, A. Manakhov, E. Dvorakova, L. Zajičková, Homogeneity and Penetration Depth of Atmospheric Pressure Plasma Polymerization onto Electrospun Nanofibrous Mats, **Applied Surface Science** 471 (2019) 835-841.
12. C. Zhang, D.G. Kvashnin, L. Bourgeois, J.F.S. Fernando, K. Firestein, P.B. Sorokin, N. Fukata, D. Golberg, Mechanical, electrical and crystallographic property dynamics of bent and strained Ge/Si core-shell nanowires as revealed by *in situ* transmission electron microscopy, **Nano Letters** 18 (2018) 7238-7246.
13. J. Pető, P. Vancsó, Z.I. Popov, G.Z. Magda, T. Ollár, G. Dobrik, C. Hwang, P.B. Sorokin, L. Tapasztó, Two dimensional MoS<sub>2-x</sub>O<sub>x</sub> solid solution crystals by ambient oxidation of MoS<sub>2</sub> single layers, **Nature Chemistry** 10 (2018) 1246-1251.
14. S. Sakai, S.V. Erohin, Z.I. Popov, S. Haku, T. Watanabe, Y. Yamada, S. Entani, S. Li, P.V. Avramov, H. Naramoto, K. Ando, P.B. Sorokin, Y. Yamauchi, Dirac cone spin polarization of graphene by magnetic insulator proximity effect probed with outermost surface spin spectroscopy, **Advanced Functional Materials** 28 (2018) 1800462.
15. D.V. Shtansky, K.L. Firestein, and D. Golberg, (Review) Fabrication and application of BN nanoparticles, nanosheets, and their nanohybrids, **Nanoscale** 10 (2018) 17477-17493.
16. N.A. Nebogatikova, I.V. Antonova, S.V. Erohin, D.G. Kvashnin, A. Olejniczak, V.A. Volodin, A.V. Skuratov, A.V. Krasheninnikov, P.B. Sorokin, L.A. Chernozatonskii, Nanostructuring few-layer graphene films by swift heavy ions for electronic application: tuning of electronic and transport properties, **Nanoscale** 10 (2018) 14499-14509.

17. M. Zhou, Q. Weng, Z.I. Popov, Y. Yang, L. Yu. Antipina, P.B. Sorokin, X. Wang, Y. Bando, D. Golberg, Construction of polarized carbon-nickel catalytic surfaces for potent, durable, and economic hydrogen evolution reactions, **ACS Nano** 12 (2018) 4148-4155.
18. D.S. Kopylova, F.S. Fedorov, A.A. Alekseeva, E.P. Gilshteyn, A.P. Tsapenko, A.V. Bubis, A.K. Grebenko, Z.I. Popov, P.B. Sorokin, Y.G. Gladush, A.S. Anisimov, A.G. Nasibulin, Holey Single-Walled Carbon Nanotubes for Ultra-Fast Broadband Bolometers, **Nanoscale** 10 (2018) 18665-18671.
19. D.G. Kvashnin, A.T. Matveev, O.I. Lebedev, B.I. Yakobson, D. Golberg, P.B. Sorokin, D.V. Shtansky, Synthesis of *h*-BN nanocones and theoretical prediction of their large dipole moment and mechanical stiffness, **J. Phys. Chem. Letters** 9 (2018) 5086-5091.
20. K.V. Larionov, D.G. Kvashnin, P.B. Sorokin 2D FeO: a new member in 2D metal oxide family **J. Phys. Chem. C** 122 (2018) 17389-17394.
21. E. Permyakova, A. Manakhov, E. Dvořáková, M. Michlíček, J. Polčák, P.V. Slukin, N.K. Fursova, S.G. Ignatov, N.A. Gloushankova, I.Y. Zhitnyak, I.V. Sukhorukova, L. Zajíčková, D.V. Shtansky, Antibacterial biocompatible PCL nanofibers modified by COOH-anhydride plasma polymers and gentamicin immobilization, **Materials and Design** 153 (2018) 60-70.
22. A.P. Tsapenko, A.E. Goldt, E. Shulga, Z.I. Popov, K.I. Maslakov, A.S. Anisimov, P.B. Sorokin, A.G. Nasibulin, Highly conductive and transparent films of HAuCl<sub>4</sub>-doped single-walled carbon nanotubes for flexible applications, **Carbon** 130 (2018) 448-457.
23. K.L. Firestein, D.G. Kvashnin, A.M. Kovalskii, Z.I. Popov, P.B. Sorokin, D. Golberg, D.V. Shtansky, Compressive properties of hollow BN nanoparticles: Theoretical modeling and testing in a high-resolution transmission electron microscope, **Nanoscale** 10 (2018) 8099-8105.
24. A.S. Konopatsky, K.L. Firestein, D.V. Leybo, Z.I. Popov, K.V. Larionov, A.E. Steinman, A.M. Kovalskii, A.T. Matveev, A. Manakhov, P.B. Sorokin, D. Golberg, D.V. Shtansky, BN nanoparticle/Ag hybrids with enhanced catalytic activity: theory and experiments, **Catalysis Science and Technology** 8 (2018) 1652-1662.
25. A. Manakhov, Š. Fuková, D. Nečas, M. Michlíček, S. Ershov, M. Eliaš, M. Visotin, Z. Popov, L. Zajíčková, Analysis of epoxy functionalized layers synthesized by plasma polymerization of allyl glycidyl ether, **Physical Chemistry Chemical Physics** 20 (2018) 20070-20077.
26. K.L. Firestein, A.E. Steinman, D.V. Leybo, A.T. Matveev, A.M. Kovalskii, I.V. Sukhorukova, P.V. Slukin, N.K. Fursova, S.G. Ignatov, D. Golberg, D.V. Shtansky, BN/Ag hybrid nanomaterials with petal-like surfaces as catalysts and antibacterial agents, **Beilstein J Nanotechnol.** 9 (2018) 250-261.
27. A.E. Steinman, C. Shakti, K.L. Firestein, D.G. Kvashnin, A.M. Kovalskii, A.T. Matveev, P.B. Sorokin, D. Golberg, D.V. Shtansky, Al-based composites reinforced with AlB<sub>2</sub>, AlN and BN phases: experimental and theoretical studies, **Materials & Design** 141 (2018) 88-98.
28. A. Manakhov, P. Kiryukhantsev-Korneev, M. Michlíček, E. Permyakova, Eva Dvoraková, J. Polčák, Z. Popov, M. Visotin, D.V. Shtansky, Grafting of carboxyl groups to polymers using CO<sub>2</sub>/C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>/Ar pulsed plasma: theoretical modeling and XPS derivatization, **Appl. Surf. Sci.** 435 (2018) 1220-1227.
29. E. Tastekova, A. Yu. Polyakov, A. Goldt, A. Sidorov, A. Oshmyanskaya, I. Sukhorukova, D. Shtansky, W. Grünert, A.V. Grigorieva, Facile chemical routes to mesoporous silver substrates for SERS analysis, **Beilstein J. Nanotechnol.** 9 (2018) 250-261.
30. M. Dustov, D.V. Golovina, A. Yu. Polyakov, A.E. Goldt, Efim A. Kolesnikov, I.V. Sukhorukova, D.V. Shtansky, W. Grunert, A.V. Grigorieva. Silver eco-solvent ink for reactive printing of polychromatic SERS and SPR substrates, **Sensors** 18 (2018) 521.
31. T. Watanabe, Y. Yamada, A. Koide, S. Entani, S. Li, Z.I. Popov, P.B. Sorokin, H. Naramoto, M. Sasaki, K. Amemiya, S. Sakai Interface-induced perpendicular magnetic anisotropy of Co nanoparticles on single-layer h-BN/Pt(111), **Appl. Phys. Lett.** 112 (2018) 022407.
32. A.G. Kvashnin, P.B. Sorokin, L.A. Chernozatonskii Layered heterostructures based on graphene, hexagonal zinc oxide and molybdenum disulfide: Modeling of geometry and electronic properties, **Comp. Mat. Sci.** 142 (2018) 32-37.
33. D.M. Tang, D.G. Kvashnin, O. Cretu, Y. Nemoto, F. Uesugi, M. Takeguchi, X. Zhou, F.C. Hsia, C. Liu, P.B. Sorokin, N. Kawamoto, M. Mitome, H.M. Cheng, D. Golberg, Y. Bando, Chirality transitions and transport properties of individual few-walled carbon nanotubes as revealed by in situ TEM probing, **Ultramicroscopy** 194 (2018) 108-116.

34. J.F.S. Fernando, M.P. Shortell, K.L. Firestein, C. Zhang, K. Larionov, Z.I. Popov, P.B. Sorokin, L. Bourgeois, E.R. Waclawik, D. Golberg, Photocatalysis with Pt-Au-ZnO and Au-ZnO hybrids: effect of charge accumulation and discharge properties of metal nanoparticles, *Langmuir* 34 (2018) 7334-7345.

### Основные научно-технические показатели

– Опубликовано 34 статьи в рецензируемых научных журналах, сделано 23 доклада на российских и международных конференциях, симпозиумах и семинарах.

– Зарегистрировано ноу-хау: Способ получения гетерогенных наночастиц Al/BN в СВЧ-плазменной установке и устройство для его реализации, Авторы: Д.В. Штанский, А.Т. Матвеев, А.М. Ковальский, А.С. Конопацкий, Х.У. Юсупов, Ш. Корте, Зарегистрировано в Депозитарии ноу-хау НИТУ «МИСиС» № 11-457-2018 ОИС от 19 октября 2018.



### Контакты

**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 РАЗДЕЛЕНИЯ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ В ХИМИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**Федотов Петр Сергеевич**

Заведующий лабораторией,

доктор химических наук, ведущий научный сотрудник Института геохимии  
и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН



Лаборатория разделения и концентрирования в химической диагностике функциональных материалов и объектов окружающей среды создана в 2014 г. в рамках программы повышения конкурентоспособности 5-100 с целью развития в НИТУ «МИСиС» новых высокоэффективных методов разделения микроэлементов, микро- и наночастиц с использованием сорбционных процессов и проточного фракционирования в поперечном силовом поле, а так же разработки комбинированных методов химической диагностики функциональных дисперсных материалов и объектов окружающей среды.

Полностью сформирована экспериментальная, научно-исследовательская, приборная и инфраструктурная база, установлено тесное научное сотрудничество с другими подразделениями НИТУ «МИСиС», ведущими российскими научными и образовательными учреждениями (МГУ им. М.В. Ломоносова, Российской академии наук, отраслевыми институтами), промышленными предприятиями (ОК «РУСАЛ»), а так-

же с международными организациями и крупными зарубежными университетами. Между НИТУ «МИСиС» и Университетом г. По (Франция) заключен договор о совместной аспирантуре.

### **Оборудование лаборатории**

В лаборатории установлен масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой последнего поколения Agilent 7900 ICP-MS.

Лаборатория располагает уникальной системой разделения и исследования нано- и микро-частиц. Система включает планетарную центрифугу (рис. 1), оснащенную вращающейся спиральной колонкой для разделения нано- и микро-частиц, спектрофотометр для детектирования частиц в элюате колонки в режиме on-line и анализатор частиц, работающий на принципе статического светорассеяния (диапазон измерений – от 7 нм до 800 мкм).

### **Основные направления научных работ лаборатории**

– разделение, исследование и количественный элементный анализ нано- и микро-частиц образцов окружающей среды и полидисперсных функциональных материалов;

– исследование и разработка новых органических сорбентов для разделения и концентрирования благородных и редкоземельных элементов;

– разработка методик элементного и вещественного анализа мелкодисперсных частиц технологических образцов (в том числе порошковых функциональных материалов) и объектов окружающей среды (почвы, пыли и пепла) с использованием предложенных методов разделения и концентрирования.

### **Кадровый потенциал**

В состав лаборатории входят 5 докторов наук, 5 кандидатов наук, 4 аспиранта и 2 студента НИТУ «МИСиС». Более половины сотрудников являются молодыми учеными (возраст до 35 лет).



Планетарная центрифуга, оснащенная вращающейся спиральной колонкой, для разделения нано- и микро-частиц

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

В 2018 году общий объем финансирования научно-исследовательских работ составил 14 млн. рублей.

### **Наиболее крупные проекты, выполненные в 2018 г.**

Грант Российского научного фонда (проект «Создание и совершенствование новых комбинированных методов элементного и вещественного анализа объектов окружающей среды и экологически опасных отходов промышленного происхождения», руководитель – П.С. Федотов), в 2018 г. финансирование в рамках гранта составило 6 млн руб.

### **Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2018 г.**

Показано, что новая аналитическая технология, предложенная руководителем лаборатории – метод фракционирования нано- и микрочастиц технологических и природных образцов в поперечном силовом поле во вращающейся спиральной колонке (ВСК) оригинальной конструкции, является перспективной для разделения и очистки тонкодисперсных материалов при решении как аналитических, так и препаративных задач.

Получила развитие методология выделения, изучения и количественного элементного анализа наночастиц вулканического пепла. Исследованы уникальные образцы пепла вулканов из разных регионов мира, полученные данные не имеют мировых аналогов. Разработан комбинированный метод оценки элементного состава и свойств нано- и микрочастиц городской пыли, получены новые данные о влиянии наночастиц городской пыли на загрязнение сточных вод токсичными элементами.

Предложен метод изучения подвижности и доступности тяжелых металлов в почвах, захороненных под отходами металлургического производства.

Синтезированы и исследованы новые сорбенты для концентрирования и разделения благородных, редкоземельных и токсичных элементов. Разработаны комбинированные химико-атомно-эмиссионные и химико-атомно-абсорбционные методы анализа вторичного металлосодержащего сырья и объектов окружающей среды.

Разработан комбинированный метод определения ультранизких содержаний примесных радиоактивных элементов (урана и тория) в низкофоновых материалах (в том числе в свинце).

Разработанные в лаборатории методы фракционирования нано- и микрочастиц нашли применение в НИТУ «МИСиС» при решении актуальных задач создания новых материалов для аддитивных технологий (металлургия) и технологий доставки лекарственных препаратов в организме человека (медицина). Инновационные комбинированные методы выделения, изучения и количественного анализа нано- и микрочастиц пыли востребованы ОК «РУСАЛ».

### **Основные публикации 2018 года**

1. *Ermolin M.S., Fedotov P.S., Malik N.A., Karandashev V.K.* Nanoparticles of volcanic ash as a carrier for toxic elements on the global scale // *Chemosphere*. 2018. V. 200. P. 16-22.

2. *Fedotov P.S., Dzheloda R.K., Dampilova B.V., Doroshkevich S.G., Karandashev V.K.* Unexpected behavior of Zn, Cd, Cu, and Pb in soils contaminated by ore processing after 70 years of burial // *Environ. Chem. Lett.* 2018. V. 16. P. 637-645.

3. *Ermolin M.S., Fedotov P.S., Ivaneev A.I., Karandashev V.K., Fedyunina N.N.* A contribution of nanoscale particles of road-deposited sediments to the pollution of urban runoff by heavy metals // *Chemosphere*. V. 210, P. 65-75.

4. *Fedotov P.S., Fedyunina N.N., Filosofov D.V., Yakushev E.A., Warot G.* A novel combined countercurrent chromatography – inductively coupled plasma mass spectrometry method for the determination of ultra trace uranium and thorium in Roman lead // *Talanta*. 2019. V. 192. P. 395-399.

### **Контакты**

**Федотов Петр Сергеевич** – заведующий лабораторией

Тел.: 8(916) 344-56-77

e-mail: fedotov\_ps@mail.ru

**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 флуоресцентный 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 флуоресценция; эндомикроскопия.

**Основные научные направления** деятельности лаборатории: биофотоника, гиперспектральный и фазовый анализ изображений, микроскопия.

В научном коллективе лаборатории работает 3 доктора наук, 2 кандидата наук.

Общий объем финансирования научно-исследовательских работ в 2018 г. составляет 8.8 млн. руб.

**В 2018 году получены следующие результаты:**

– разработан новый метод визуализации фазовых объектов для биомедицинской микроскопии;

– предложен метод адаптивного управления угловым спектром лазерных пучков для создания оптических пинцетов;

– создана схема гиперспектрального лазерного эндомикроскопа.

**Основные публикации:**

1. Yu. A. Kosevich, L. G. Potyomina, A. N. Darinskii, I. A. Strelnikov. Phonon interference control of atomic-scale metamirrors, meta-absorbers, and heat transfer through crystal interfaces // Physical Review B, vol. 97, № 9, p. 094117.

2. A. N. Darinskii, A. L. Shuvalov. Surface acoustic waves on one-dimensional phononic crystals of general anisotropy: Existence considerations // Physical Review B, vol. 97, № 9, p. 094117.

3. V.P. Zarubin, K.B. Yushkov, A.I. Chizhikov, O.Yu. Makarov, V.Ya. Molchanov, S.A. Tretiakov, A.I. Kolesnikov, E.B. Cherepetskaya, A.A. Karabutov. Laser-ultrasonic temperature mapping of an acousto-optic dispersive delay line // NDT & E International, vol. 98, pp. 171-176, 2018.

**Количество публикаций:** 16, из них 6 в научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science.

**Количество докладов** на международных конференциях: 6

**Количество полученных патентов** на изобретения: 1

**Контакты**

**Хазанов Ефим Аркадьевич** – заведующий лабораторией, д-р физ.-мат. наук, член-кор. РАН

**Тел.:** +7 (495) 638-45-58

## ЛАБОРАТОРИЯ ГИБРИДНЫХ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (ЛАБОРАТОРИЯ ГАТ)

**Смулов Игорь Юрьевич**

Заведующий лабораторией, кандидат физико-математических наук



Лаборатория гибридных аддитивных технологий изучает физические процессы создания изделий методами аддитивного производства: селективное лазерное плавление (СЛП) и гибридное холодное напыление с лазерным подогревом (ГАТ) и свойства материалов, полученных с помощью аддитивных технологий.

**Научно-образовательная деятельность лаборатории ГАТ включает:** разработку новых технологий производства изделий и материалов, имеющих приоритетное практическое значение для развития инновационных секторов экономики (авиация, энергетика, космос и др.); создание макетов и опытных образцов оборудования под конкретные задачи заказчиков; подготовку заявок на российские и международные патенты; поиск партнеров для реализации

совместных инновационных проектов.

В лаборатории ГАТ работает научный коллектив, состоящий из 5 кандидатов наук, 4 аспиранта и 3 студента, а также 2 иностранца, и 2 человека с PhD.

**Основным научно-технологическим результатом** работы является успешная демонстрация перспективности гибридной аддитивной технологии (ГАТ) для аддитивного производства крупногабаритных деталей из различных сплавов. Оригинальный концепт экспериментальной установки ГАТ, был успешно спроектирован, изготовлен и испытан. Полученные с помощью данной установки научные результаты являются уникальными, подобные данные ранее никогда не были опубликованы в научной и научно-технической литературе.

Полученные результаты представлены в статьях ведущих научных журналов.

1. Study of Selective Laser Melting of intermetallic TiAl powder using integral analysis / M. Doubenskaia, A. Domashenkov, I. Smurov, P. Petrovskiy. International Journal of Machine Tools and Manufacture. Volume 129, pp 1-14 DOI: 10.1016/j.ijmachtools.2018.02.003 SNIP – 3.847

2. Numerical investigation of gas-disperse jet flows created by coaxial nozzles during the laser cladding / O. Kovalev, I. Kovaleva, A. Zaitsev, I. Smurov. Journal of Materials Processing Technology. Volume 249, November 2017, Pages 118-127 DOI: 10.1016/j.jmatprotec.2017.05.041 SNIP – 2.678

3. Deposition of aluminum powder by cold spray micronozzle / Sova A., Smurov I., Doubenskaia M., Petrovskiy P. International Journal of Advanced Manufacturing Technology. Volume 95, Issue 9-12, 1 April 2018, Pages 3745-3752 DOI: 10.1007/s00170-017-1443-2 SNIP – 1.697

4. Visualization of particle jet in cold spray by infrared camera: feasibility tests / Sova A., Doubenskaia M., Petrovskiy P., Smurov I. International Journal of Advanced Manufacturing Technology Volume 95, Issue 5-8, 1 March 2018, Pages 3057-3063 DOI: 10.1007/s00170-017-1435-2 SNIP – 1.697

5. Influence of hot isostatic pressing on structure and properties of titanium cold-spray deposits / P. Petrovskiy; A. Sova; M. Doubenskaia; I. Smurov. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology DOI: 10.1007/s00170-018-03233-5 SNIP – 1.697

6. Selective laser melting of NiTi powder using preheating and advanced manufacturing strategy / I. Smurov, A. Travianov, M. Doubenskaia, A. Domashenkov, M. Smirnov.

**Общий объем финансирования научно-исследовательских работ** за 2018 г. составил 62,805 млн. руб.

**Наиболее крупные проекты, выполненные в 2018 г.**

1. К1-2016-030 «Гибридное Аддитивное-Субтрактивное Производство на основе Холодного Напыления и лазерной обработки (ГАСХОН)»

2. Соглашение №14.578.21.0210 от 03.10.2016 г. «Разработка атласа типовых форм для топологической оптимизации конструкций, формируемых методом селективного лазерного плавления, и их производственная верификация»

3. Договор №192/16-Д от 31.08.2016 г. «Создание производства восстановления рабочих лопаток газотурбинных двигателей методом лазерной наплавки»
4. Договор 209/С от 23 ноября 2017 г. «Разработка высоко производственных цифровых технологий изготовления корпусных конструкции транспортных средств из алюминиевых сплавов нового поколения»

**Контакты**

**Смуrow Игорь Юрьевич** – заведующий лабораторией, канд. физ.-мат. наук

**Лаборатория ГАТ**

**Тел.:** +7 (499) 236-85-17

**Офис лаборатории ГАТ:**

**Тел.:** +7 (499) 236-65-33

**Тел.:** +7 (499) 236-59-26

**e-mail:** [laboratoryhat@misis.ru](mailto:laboratoryhat@misis.ru)

## НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «ГИБРИДНЫЕ НАНОСТРУКТУРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ»

**Комиссаров Александр Александрович**

Заведующий лабораторией, кандидат технических наук



Основной целью работы лаборатории является разработка композиционных материалов нового класса, а именно гибридных наноструктурных материалов, сочетающих в себе разнородные по своим свойствам компоненты и обладающих уникальным комплексом свойств.

### **Основные научные направления деятельности лаборатории**

- 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**

Заведующий лабораторией - 1; Ведущий эксперт – 1; Главный научный сотрудник – 2; Ведущий научный сотрудник – 2; Старший научный сотрудник – 2; Научный сотрудник – 2;

Младший научный сотрудник – 3; Ведущий инженер – 1; Инженер – 3; Инженер 1 к. – 3; Инженер 2 к. – 1; Лаборант – 3.

В том числе:

Студентов – 4; Аспирантов – 3; Из них: 1 – доктор физико-математических наук, 2 – доктора технических наук, 11 – кандидатов технических наук.

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

В рамках научной деятельности лаборатория ГНМ выполняет проекты по ФЦП «Исследования и разработки» Минобрнауки РФ, фондов РНФ и РФФИ (в том числе международные коллаборации), а также активно сотрудничает с промышленными предприятиями. Выполняет различные хозяйственные работы. Примерная сумма составляет 25 000 000 руб.

### **Наиболее крупные проекты, выполненные в 2018 г. (более 5 млн. руб.)**

– Грант РНФ № 18-45-06010 «Материалы на основе сплавов магния для биорезорбируемых имплантатов с противоопухолевой активностью», 2018-2020 гг.

– Грант для поддержки научных исследований в области развития научного направления, проводимых под руководством молодых ученых (договор № В100-И11-2018/0102).

– Грант РНФ № 17-13-01488 «Биорезорбируемые ультрамелкозернистые сплавы на основе магния, предназначенные для реконструктивной хирургии», 2017-2019 гг.

– ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» Соглашение о предоставлении субсидии с Минобрнауки России от 26.09.2017.

### **Важнейшие научно-технические достижения подразделения в 2018 г.**

Получено высокопрочное состояние медицинского магниевого сплава WE43 различными способами деформационной обработки. Изучены его структура, механические и эксплуатаци-

онные свойства, а также биосовместимость *in vitro* и *in vivo*. По результатам, полученным в процессе работы, подготовлена и представлена к защите диссертация на соискание степени кандидата технических наук.

Методом кручения под высоким давлением получены образцы новых металлических гибридных материалов с ультрамелкозернистой (нано- и субмикроструктурной) структурой. Выявлены основные закономерности упрочнения таких материалов и формирования их структуры. Описаны различные типы границ раздела между слоями в зависимости от композиции гибрида. Рассмотрены условия формирования вихревых структур в металлических гибридных материалах при деформации кручением под давлением.

Разработана технология деформационно-термической обработки трехслойных труб на основе сплавов ванадия и коррозионноустойчивых сталей для атомных реакторов нового поколения.

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

Участие в семинарских занятиях «Интеллектуальная среда» проводимых в лаборатории НИЛ «ГНМ».

#### **Основные публикации (перечислить наиболее значимые)**

–А.А. Komissarov, P.Yu. Sokolov, S.M. Tikhonov, E.P. Sidorova, P.A. Mishnev, M.Yu. Matrosov, D.V. Kuznetsov. Production of Low-Carbon Steel Sheet for Oil-Industry Pipe // Steel in Translation.–2018.–V. 48.–N. 11.–P. 748–753

–Bazhenov V., Koltygin A., Komissarov A., Anishchenko A., Khasenova R., Komissarova J., Bautin V., Seferyan A., Fozilov B. Microstructure, mechanical and corrosion properties of biodegradable Mg-Ga-Zn-X (X = Ca, Y, Nd) alloys // Proceedings of METAL 2018 - 27th International Conference on Metallurgy and Materials, 2018.–P. 1375-1380

–Martynenko N., Lukyanova E., Serebryany V., Prosvirnin D., Terentiev V., Raab G., Dobatkin S., Estrin Y. Effect of equal channel angular pressing on structure, texture, mechanical and in-service properties of a biodegradable magnesium alloy // Materials Letters. – 2019. – V. 238. – 218 – 221.

–Dobatkin S., Galkin S., Estrin Y., Serebryany V., Diez M., Martynenko N., Lukyanova E., Perezhogin V. Grain refinement, texture, and mechanical properties of a magnesium alloy after radial-shear rolling // Journal of Alloys and Compounds. – 2019. – V. 774. – 969 – 979.

–Martynenko N., Lukyanova E.A., Gorshenkov M., Morozov M., Yusupov V., Birbilis N., Dobatkin S., Estrin Y. Strengthening of magnesium alloy WE43 by rotary swaging // Materials Science Forum. – 2018. – V. 941. – 808 – 813.

–Martynenko N.S., Luk'yanova E.A., Morozov M.M., Yusupov V.S., Dobatki S.V., Estrin, Y.Z. A Study of the Structure, Mechanical Properties and Corrosion Resistance of Magnesium Alloy WE43 After Rotary Swaging // Metal Science and Heat Treatment. – 2018. – V. 60(3-4). – 253 – 258.

–Lukyanova E., Anisimova N., Martynenko N., Kiselevsky M., Dobatkin S., Estrin Y. Features of *in vitro* and *in vivo* behaviour of magnesium alloy WE43 // Materials Letters. – 2018. – V. 215. – 308 – 311.

–Martynenko N.S., Lukyanova E.A., Serebryany V.N., Gorshenkov M.V., Shchetinin I.V., Raab G.I., Dobatkin S.V., Estrin Y. Increasing strength and ductility of magnesium alloy WE43 by equal-channel angular pressing // Materials Science and Engineering A. – 2018. – V. 712. – 625 – 629.

–F.S. Senatov, K.V. Niaza, A.I. Salimon, A.V. Maksimkin, S.D. Kaloshkin. Architected UHMWPE simulating trabecular bone tissue // Materials Today Communications 14 (2018) 124–127.

–V. Maksimkin, S. D. Kaloshkin, M. V. Zadorozhnyy, F. S. Senatov, A. I. Salimon, T. Dayyoub. Artificial muscles based on coiled UHMWPE fibers with shape memory effect eXPRESS Polymer Letters Vol. 12, No. 12 (2018) 1072–1080.

–S.O. Rogachev, S.A. Nikulin, R.V. Sundeev. Formation of turbulent structures in metallic hybrid materials under pressure torsional deformation // Metal Science and Heat Treatment.–2018.–V. 60. – N. 3-4. – P. 224-228

–S.O. Rogachev, S.A. Nikulin, A.B. Rozhnov, M.V. Gorshenkov. Microstructure, Phase Composition, and Thermal Stability of Two Zirconium Alloys Subjected to High-Pressure Torsion at Different Temperatures // Advanced Engineering Materials. – 2018. – V. 20. – N. 1800151

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

Количество статей ВАК – 9; Количество статей Web of Science – 6; Количество статей Scopus – 9; Количество полученных патентов на изобретения – 4; Количество конференций, в

которых было принято участие – 9; Количество опубликованных тезисов докладов – 19; Количество премий и наград за научно-инновационные достижения – 5.

### **Награды**

1. Победитель в номинации Металлохимия/диплом Первая ежегодная уральская премия Металловед года 2018; 100-летие НИТУ «МИСиС» Серебряный отличительный знак. (Комиссаров А.А.)

2. За значительный вклад в развитие НИТУ «МИСиС»/ Почетная грамота (Комиссарова Ю.В., Ожерелков Д.Ю, Тен Д.В., Ли А.В., Никулин С.А., Рогачев С.О., Васильев С.Г.)

3. Памятный знак НИТУ МИСиС за выслугу лет (Рогачев С.О., Хаткевич В.М., Никулин С.А.)

4. Сертификат за участие в семинаре «Интеллектуальная среда» (Рогачев С.О., Хаткевич В.М.)

### **Участие в конференциях**

– IX-я Евразийская научно-практическая конференция «Прочность неоднородных структур ПРОСТ 2018», Москва, «НИТУ МИСиС», 2018 г.

– 13-th International Symposium “Materials and Metallurgy”, June 24–29, 2018, Šibenik Croatia.

– THERMEC’2018 – International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials, July 9 – 13, 2018, Paris, France.

– NANO 2018, XIV International Conference on Nanostructured Materials, June 24 – 29, 2018, Hong Kong, China.

– 13th International Conference on Superplasticity in Advanced Materials ICSAM 2018, August 19 – 22, 2018, St. Petersburg, Russia.

– Materials Science and Engineering Congress 2018 (MSE), September 26-28, 2018, Darmstadt, Germany.

– 2018 Sustainable Industrial Processing Summit and Exhibition, November 4-7, 2018, Rio De Janeiro, Brazil.

– International Workshop on Giant Straining Process for Advanced Materials, September 2 – 4, 2018, Fukuoka, Japan.

### **Контакты**

**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 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.

### **Основными научными направлениями центра являются:**

- материаловедение наноматериалов и наносистем;
- материаловедение объемных материалов и тонкопленочных структур;
- технология, исследования и разработка новых функциональных материалов.

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 4 научно-исследовательских работы, из них 3 гранта РФФИ и 1 грант РНФ. Общий объем финансирования НИР составил 8,7 млн. рублей. Проведены исследования в интересах сторонних организаций на сумму ~ 1,9 млн. рублей.

### **Наиболее крупные проекты, выполненные в 2018 г.**

РФФИ грант № 18-32-20211\18 «Формирование термостабильной структуры в низко- и среднетемпературных термоэлектрических материалах, полученных методом искрового плазменного спекания».

**Важнейшие научно-технические достижения центра и наиболее крупные проекты, выполненные в 2018 г.**

**– Особенности процессов переключения поляризации в поликристаллических пленках цирконата-титаната свинца**

Методом силовой микроскопии пьезоотклика исследованы особенности пьезоэлектрических свойств естественно униполярных и поляризованных тонких пленок PZT, полученных

двухстадийным методом ВЧ магнетронного осаждения. Состав пленок, соответствующий области морфотропной фазовой границы, варьировался путем изменения давления рабочего газа, что приводило к изменению содержания свинца в широком интервале концентраций, а также к «тонкому», в пределах 2-3 процентов, изменению элементного соотношения атомов циркония и титана. Исследование релаксации сигнала пьезоотклика в постоянных электрических полях при переключении пленок ЦТС показало, что она характеризуется тремя временами релаксации, каждый из которых отвечает разным физическим процессам. Эти процессы протекают быстрее в направлении, совпадающем с вектором самополяризации, и зависят от температуры отжига, при которой происходит формирование фазы перовскита в пленках. Установлено, что меньшее время релаксации отвечает за доменный вклад при квазистатическом переключении пленки ЦТС. Предполагается, что аномальные изменения времени релаксации с ростом температуры отжига вызваны локальным перераспределением избыточного оксида свинца между верхним и нижним интерфейсами в тонкой пленке.

**– Исследование влияния имплантации быстрых пучков тяжелых ионов (SHI метод)  $\text{Xe}^+$  на морфологию цинксодержащих наночастиц, созданных методом ионного синтеза в матрице монокристаллического Si**

Показана высокая чувствительность метода рентгеновской рефлектометрии к нарушениям структуры приповерхностных слоев в монокристаллическом Si после ионно-плазменной имплантации гелием и последующих фотонных отжигов. Метод исследования позволил получить форму профиля распределения плотности на глубине до 220 нм и сделать выводы о структурных изменениях, вызванных облучением и термообработкой.

Исследовано влияние имплантации быстрых пучков тяжелых ионов (SHI метод)  $\text{Xe}^+$  на морфологию цинксодержащих наночастиц, созданных методом ионного синтеза в матрице монокристаллического Si. Установлено, что SHI способствует росту крупных наночастиц за счет растворения мелких. Облучение высокоэнергетичными ионами  $\text{Xe}^+$  приводит к возникновению в кремнии дислокаций, малоугловых границ, а также плоских двумерных дефектов по глубине нарушенного слоя. Выявлены особенности накопления первичных радиационных дефектов, образованных при имплантации структуры  $\text{SiO}_2$ -Si с проецированным пробегом ионов, равным глубине залегания границы раздела фаз. Методами рентгеновской дифрактометрии обнаружен эффект устойчивого разделения первичных дефектов на границе  $\text{SiO}_2$ -Si, приводящий к уникальной для радиационной физики ситуации пересыщения Si только по собственным междоузельным атомам.

**– Исследование химического состава и глубины модифицированного слоя для полимерных пленок различного строения, обработанных в низкотемпературной плазме**

Проведены работы по исследованию методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии химического состава поверхности полимерных пленок полиэтилентерефталата и полиимида, обработанных в низкотемпературной плазме в различных условиях. Для оценки глубины модифицированного слоя использовали аргоновую кластерную пушку, встроенную в рентгеновский фотоэлектронный спектрометр. Исследовали влияние режимов работы аргоновой кластерной пушки на образцах до обработки и определили параметры пушки, которые обеспечивают травление образцов без деструктивного воздействия, получили профили концентраций образцов после обработки и оценили глубину модифицированного слоя.

**– Влияние стабилизирующей примеси оксидов иттербия и гадолиния на особенности локальной структуры и транспортные свойства твердых растворов на основе диоксида циркония**

Выполнены комплексные исследования фазового состава и локальной структуры кристаллов диоксида циркония, стабилизированного оксидом гадолиния в широком диапазоне составов от 2.7 до 38 мол.%  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  и установлено влияние  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  на транспортные характеристики кристаллов этих твердых растворов. Присутствие трансформируемой  $t$  и нетрансформируемой  $t'$  тетрагональных фаз установлено в кристаллах диоксида циркония, частично стабилизированных оксидом гадолиния, с концентрацией 2.7 и 3.6 мол.%  $\text{Gd}_2\text{O}_3$ , методом рентгеновской дифракции и определены параметры их кристаллической структуры.

**Подготовка специалистов высшей квалификации**

Центр содействует в выполнении аспирантских и докторских работ для различных подразделений университета. Выполнены исследования для 27 аспирантов.

**Основные научно-технические показатели**

– количество публикаций: статей – 48, в том числе: индексируемых в базе данных Web of Science – 45; из списка ВАК – 11;

– сотрудники центра приняли участие в 5 международных конференциях.

**Основные публикации**

1. Carbon nanotube cloth for electrochemical charge storage in aqueous media / Filimonenkov I.S., Urvanov S.A., Zhukova E.A., Karaeva A.R., Skryleva E.A., Mordkovich V.Z., Tsirlina G.A. // *Journal of Electroanalytical Chemistry*. – 2018 – V. 827. – P. 58-63. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jelechem.2018.09.004>

2. Structural evolution of thermal annealed Si(0 0 1) surface layers fabricated by plasma immersion He<sup>+</sup> implantation / Lomov A.A., Shcherbachev K.D., Miakonkikh A.V., Chesnokov Y.M., Kiselev D.A. // *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*. – 2018 – V. 431. – P. 38-46. | <http://dx.doi.org/10.1016/j.nimb.2018.06.024>

3. Structural and magnetic properties of nanostructured composites (SrFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>)<sub>x</sub>(CaCu<sub>3</sub>Ti<sub>4</sub>O<sub>12</sub>)<sub>1-x</sub> / Gavrilova T.P., Deeva J.A., Yatsyk I.V., Yagfarova A.R., Gilmutdinov I.F., Lyadov N.M., Milovich F.O., Chupakhina T.I., Eremina R.M. // *Physica B: Condensed Matter*. – 2018 – V. 536. – P. 303-309. <http://dx.doi.org/10.1016/j.physb.2017.09.095>

4. Spectroscopy of optical centers of Eu<sup>3+</sup> ions in ZrO<sub>2</sub>-Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub> crystals / Borik M.A., Volkova T.V., Lomonova E.E., Myzina V.A., Ryabochkina P.A., Tabachkova N.Yu., Chabushkin A.N., Kyashkin V.M., Khrushchalina S.A. // *Journal of Luminescence*. – 2018 – V. 200. – P. 66-73. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jlumin.2018.03.096>

5. Use of nanoporous glass for the fabrication of heavily bismuth-doped active optical fibres / Dianov E.M., Yang L., Iskhakova L.D., Vel'miskin V.V., Plastinin E.A., Milovich F.O., Mashinsky V.M., Firstov S.V. // *Quantum Electronics*. – 2018 – V. 48. – №. 7. – P. 658-661. <http://dx.doi.org/10.1070/QEL16711>

6. Properties of a granulated nitrogen-doped graphene oxide aerogel / Baskakov S.A., Manzhos R.A., Lobach A.S., Baskakova Y.V., Kulikov A.V., Martynenko V.M., Milovich F.O., Kumar Y., Michtchenko A., Kabachkov E.N., Krivenko A.G., Shulga Y.M. // *Journal of Non-Crystalline Solids*. – 2018 – V. 498. – P. 236-243. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jnoncrysol.2018.06.035>

7. Magnetic and magneto-optical properties of films of multiferroic GdMnO<sub>3</sub> grown on LSAT [(LaAlO<sub>3</sub>)<sub>0.3</sub>(Sr<sub>2</sub>AlTaO<sub>6</sub>)<sub>0.7</sub>] (100) and (111) / Hasan Albargi, Mohammed Alqahtani, H.J. Blythe, A.M. Fox, N. Andreev, V. Chichkov, G.A. Gehring // *Thin Solid Films*. – 2018. – V. 645. – P. 326–333. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tsf.2017.10.057>

**Контакты**

**Жуков Дмитрий Геннадьевич** – директор ЦКП, канд. физ.-мат. наук

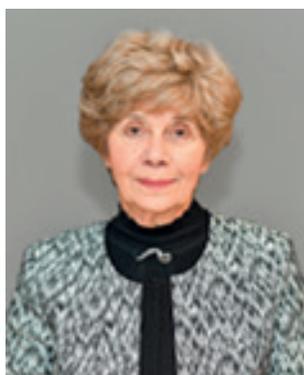
**Тел.:** +7(495) 638-45-90; +7(495) 638-45-46

**E-mail:** Dmitry.zhukov@misis.ru; mvoron@bk.ru

## 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, профессор



**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 новых версий стандартов семейств ISO 9000, ISO 14000, ISO 45 000.

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 2018 год выполнены хоздоговорные работы на сумму – 8 740 617, 83 руб., в т.ч.:

- 12 договоров по сертификации и инспекционному контролю систем менеджмента;
- 2 договора по сертификации продукции ( в т.ч. 1 – международный);
- 21 обучение на базе НИТУ «МИСиС» сборных групп слушателей - работников организаций и предприятий различных сфер деятельности и форм собственности;
- 2 обучения на базе предприятий, в т.ч. в Республике Казахстан;
- 13 дистанционных обучений (в Canvas).

**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. 08 – 11

**Контакты**

**Тел.:** +7 (495) 951-37-38; 953-66-67; 959-46-55

**E-mail:** metsert@mc.misis.ru

## ОТДЕЛ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

**Райкова Татьяна Владимировна**

Начальник отдела,  
патентный поверенный РФ



Деятельность отдела интеллектуальной собственности (Отдел ИС) направлена на управление результатами интеллектуальной деятельности (РИД), созданными работниками и учащимися НИТУ «МИСиС» при проведении фундаментальных и прикладных исследований.

### Основные направления деятельности

- 1) обеспечение правовой охраны РИД;
- 2) организация и оформление правового взаимодействия юридических и физических лиц относительно РИД и предоставления услуг, связанных с правовой охраной РИД;
- 3) формирование у различных групп научных кадров компетенций по созданию и использованию РИД;
- 4) популяризация инновационных разработок НИТУ «МИСиС» в среде потенциальных пользователей и инвесторов.

### Кадровый потенциал Отдела ИС.

Количество штатных сотрудников Отдела ИС – 5 человек, средний возраст которых составляет 47 лет.

Все сотрудники имеют высшее техническое образование и прошли специальное дополнительное обучение в области интеллектуальной собственности. Начальник Отдела ИС является патентным поверенным РФ, членом научно-технического совета Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный институт промышленной собственности» (ФИПС), а также является членом Центрального и Московского городского Советов Всероссийского общества изобретателей и рационализаторов.

### Достижения Отдела ИС в 2018 году:

#### Первое направление.

Около **80%** из созданных и зарегистрированных объектов интеллектуальной собственности являются индикативными показателями исполнения госбюджетных Договоров и Соглашений.

#### Объекты промышленной собственности:

- поданные заявки на выдачу патента РФ на изобретения – 43;
- поданные заявки на выдачу патента РФ на полезные модели – 8;
- поданные международные заявки на выдачу патента – 2;
- поданные национальные зарубежные заявки на выдачу патента – 13;
- зарегистрированные патенты РФ на изобретение – 74;
- зарегистрированные патенты РФ на полезные модели – 7;
- зарегистрированные зарубежные патенты на изобретения – 15;
- общее количество действующих патентов РФ на изобретения – 381;
- общее количество действующих патентов РФ на полезные модели – 30;
- общее количество действующих зарубежных патентов – 41.

#### Объекты авторского права:

- поданные заявки на регистрацию программ для ЭВМ и баз данных – 20 ед.;
- зарегистрированные программы для ЭВМ и базы данных – 18;
- общее количество зарегистрированных программ для ЭВМ и баз данных – 167;

#### Объекты, охраняемые в режиме секрета производства:

- зарегистрированные ноу-хау – 23;
- общее количество зарегистрированных ноу-хау – более 590;

Учет объектов интеллектуальной собственности (ОИС) в качестве нематериальных активов на бухгалтерском балансе НИТУ «МИСиС»:

- количество ОИС, поставленных на бух.учет – 134;
- стоимость ОИС, поставленных на бух.учет – 8 888 612,85 руб.
- общее количество ОИС, поставленных на бух.учет – 863;
- общая стоимость ОИС, поставленных на бух.учет – 47 941 222,84 руб.

**Второе направление.**

Отдел ИС в 2018 г. участвовал в исполнении более 17-ти государственных контрактов в рамках ФЦП и хозяйственных договоров НИТУ «МИСиС» в части проведения патентных исследований и правовой охраны полученных результатов.

В рамках выполнения «Программы повышения конкурентоспособности среди ведущих научно-образовательных центров» отдел реализовывал проект В100–Н2–П19 «Обеспечение мер по защите и продвижению интеллектуальной собственности вуза на российском и международном рынках» при получении следующих результатов (бюджет проекта - около 17 млн. руб.):

1. Получено **три** зарубежных патента на изобретения. Страны – Гонконг, США, Европейский патент (Франция, Германия, Италия, Австрия, Люксембург, Швеция).

2. Подано **две** международных заявки на выдачу патентов на изобретения по процедуре Договора о патентной кооперации.

3. Подано **тринадцать** национальных зарубежных заявок на выдачу патентов на изобретения. Страны – Гонконг, Австралия, Китайская народная республика, Европейское патентное ведомство, Евразийское патентное ведомство, Индия, Республика Корея, Германия.

Зарубежное патентование ведется по изобретениям, подпадающим под деятельность САЕ НИТУ «МИСиС»:

- САЕ 1 «Дизайн материалов» – 23 % изобретений;
- САЕ 2 «Энергия будущего» – 9 % изобретений;
- САЕ 3 «Качество жизни» – 36 % изобретений;
- САЕ 4 «Hi-tech Москва» – 23 % изобретений;
- САЕ 5 «Зеленые технологии» – 9 % изобретений.

**Третье направление.**

Данное направление ориентировано на формирование у студентов и различных групп научных кадров компетенций по созданию и использованию РИД, а также на повышение общей осведомленности научного сообщества в сфере интеллектуальной собственности.

В рамках данного направления проводится консультационное ознакомление научных кадров с основами выявления РИД, способных к правовой охране, в процессе проведения научных исследований и опытно-конструкторских работ, основными положениями правовой охраны и защиты созданных РИД и регламентами ознакомления третьих лиц со сведениями о РИД, в т.ч. на мероприятиях с участием зарубежных компаний.

В 2018 г. было проведено около 40 информационно-консультационных и образовательных мероприятий с изобретателями, в том числе, аспирантами и студентами НИТУ «МИСиС», проведен курс «Организационно-правовые основы охраны интеллектуальной собственности» для военнослужащих факультета переподготовки и повышения квалификации Военного университета и в рамках XXI международного московского салона изобретений и инновационных технологий «Архимед – 2018» представитель отдела принял участие с докладами в различных форумах, семинарах и круглых столах по следующим тематикам: «Популяризация знаний в области интеллектуальной собственности в молодежной среде» и «Изобретательская и рационализаторская деятельности как инструмент устойчивого развития предприятий ОПК».

**Четвертое направление.**

Одной из форм привлечения внимания пользователей и инвесторов к инновационным разработкам НИТУ «МИСиС» и ознакомление научной общественности с практикой охраны ИС в Университете является участие в международных салонах и выставках изобретений и инновационных технологий, а также конференциях, семинарах и форумах, конкурсных мероприятиях.



В 2018 году НИТУ «МИСиС» принимал участие в конкурсных мероприятиях проводимых Роспатентом и ФИПСом для публичного признания достижений патентообладателей, расширения полученного опыта изобретательской работы, содействия патентообладателям по продвижению изобретений, как на отечественный, так и на мировой рынки. Отбор разработок для участия в данных мероприятиях осуществляют эксперты отраслевых отделов ФИПС.

### **Участие в конкурсных мероприятиях, проводимых Роспатентом и ФИПСом.**

– В номинации «100 лучших изобретений России-2017» изобретения НИТУ «МИСиС» «Термостойкая ткань из полимерных волокон и изделие, выполненное из этой ткани» (Авторы: Тарасов В.П., Криволапова О.Н., Козлов И.Г., Иванюш Н.В., Бородин С.В.) и «Способ получения электродов из сплавов на основе алюминид никеля» (Авторы: Левашов Е.А., Погожев Ю.С., Сентюрин Ж.А., Зайцев А.А., Санин В.Н., Юхвид В.И., Андреев Д.Е., Икорников Д.М.) признаны одними из победителей и удостоены почетного диплома Роспатента.

– «Патентом недели» признан патент РФ 2625832 на изобретение «Буровое долото, армированное алмазными режущими элементами». (Авторы: Полушин Н.И., Маслов А.Л., Лаптев А.И., Кушхабиев А.С., Котельникова О.С., Варшавский Ю.С.).

### **Участие в конференциях, семинарах, форумах и иных мероприятиях:**

В 2018 г. Отдел ИС участвовал в двенадцати конференциях, семинарах, форумах и иных мероприятиях:

#### *Апрель:*

– Круглый стол «Изобретательская и рационализаторская деятельности как инструмент устойчивого развития предприятий ОПК»;

– Международная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы изобретательской и патентно-лицензионной деятельности»;

– Круглый стол «Популяризация знаний в области интеллектуальной собственности в молодежной среде»;

– XI международный форум Интеллектуальная собственность 21 век Инновации: повышение качества жизни - Секция: «Охрана промышленной собственности на региональном уровне. Евразийская патентная система»;

– Общероссийское совещание патентных поверенных;

– Научно-практическая конференция Роспатента «Инновационный потенциал России»;

#### *Июнь:*

– Торжественное заседание, приуроченное к 60-летию создания Московской городской организации Всероссийского общества изобретателей и рационализаторов;

– Съезд Центрального Совета Всероссийского общества изобретателей и рационализаторов;

#### *Сентябрь:*

– Мастер-класс «Качественный патент как основа выхода на международный рынок на примере практики в США. Особенности патентования IT-решений»;

#### *Октябрь:*

– Семинар-совещание по обсуждению промежуточных результатов и координации усилий по повышению эффективности реализации проекта «Создание цифровой платформы обмена знаниями и управления авторскими правами»;

#### *Ноябрь:*

– Конференция «Эффективная система управления результатами интеллектуальной деятельности для научных и учебных заведений»;

– День открытых дверей Академии Всероссийского общества изобретателей и рационализаторов.

### **Участие в 2018 году в международных салонах и выставках изобретений и инновационных технологий:**

1. XXI Московский Международный Салон изобретений и инновационных технологий «Архимед 2018» (с 5 по 8 апреля 2018 года в Выставочном Центре «Сокольники»);

2. 70-ая Международная выставка «Идеи – Изобретения – Новые Продукты» iENA-2018 (с 1 по 4 ноября 2018 года. г. Нюрнберг, Германия);

3. Международная выставка изобретений «ИДС 2018» (с 5 по 7 декабря 2018 года, г. Гонконг, Китайская Народная Республика).

Для экспонирования на этих выставочных мероприятиях были отобраны десять изобретений, семь из которых имеют правовую охрану за рубежом в виде международных заявок по процедуре договора о Международной патентной кооперации (РСТ), поданных в Международное бюро ВОИС в рамках Программы повышения конкурентоспособности.

Итоги участия: 10 медалей (7 золотых, 2 серебряных, 1 бронзовая) и 12 специальных призов (1 – НИТУ «МИСиС», 9 - индивидуально отдельным разработкам, 2 – отдельным авторам и организаторам участия).

#### **Контакты**

**Райкова Татьяна Владимировна** – начальник Отдела интеллектуальной собственности.

**Тел.:** +7(495) 955–00–39

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

# ФИЛИАЛЫ

## СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА (ФИЛИАЛ НИТУ «МИСиС»)

**Рассолов Василий Макарович**  
Директор СТИ НИТУ «МИСиС»,  
кандидат экономических 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,
- теоретические, методологические и практические аспекты совершенствования механизмов развития социально-экономических систем.

В 2018 году учеными института с успехом решены научные задачи в основном прикладного характера для крупнейших предприятий и организаций Центрального региона России. Коллективом института проведено научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, суммарный объем которых составил около 40 млн. руб., большая часть из них выполнена в области металлургии, машиностроения, информационных технологий и энергетики.

### **Важнейшие достижения института в научных исследованиях в 2018 году:**

1. На кафедре металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой (заведующий кафедрой, д.т.н., доцент Кожухов А.А.) в 2018 году в рамках проектной части государственного задания выполняется 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 г.г. Стоимость работ в 2018 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», ОАО «СГОК» и ООО «РГХО», проводились работы по выполнению НИОКР:

– «Технико-экономическая оценка применения магнетитового флюса «Флюмаг М» на основе брусита при производстве железорудных окатышей» (ООО «РГХО») на общую сумму 0,9 млн. руб., стоимость работ в 2018 году составила 0,2 млн. руб.;

– «Разработка технических решений по исключению травмирования исходных заготовок спеками окалины при нагреве в печи нагрева СПЦ-2» (АО «ОЭМК») на общую сумму 0,875 млн. руб., стоимость работ в 2018 году составила 0,375 млн. руб.;

– «Подбор химического состава для обеспечения механических и других характеристик готового проката» (АО «ОЭМК») на общую сумму в 2018 г. 3,5 млн. руб.

2. Коллектив кафедры автоматизированных и информационных систем управления (заведующий кафедрой, д.т.н., профессор Еременко Ю. И.) выиграл грант РФФИ с софинансированием Департамента экономического развития Белгородской области на тему: «Разработка метода нейросетевого управления двухколесным балансирующим роботом в режиме реального времени» под руководством профессора, д.т.н. Еременко Ю.И., на общую сумму 0,975 млн. руб., стоимость работ в 2018 году 0,325 млн. руб.

В 2018г. в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 г.г.» завершен проект, выполненный коллективом кафедры, на тему: «Разработка метода повышения эффективности систем управления технологическими объектами на основе нейросетевой оптимизации работы промышленных контроллеров» (рук. Еременко Ю.И.) с общим объемом финансирования 20 млн. руб. на 2017-2018 г.г., из которых 8 млн. руб. – финансирование в 2018 г., которое на 50 % представлено средствами софинансирования индустриальным партнером АО «ОЭМК» в размере 4 млн. руб.

В 2018 году заключен договор с АО «ОЭМК» на выполнение научно-исследовательских работ на тему «Разработка и внедрение системы автоматизированного распознавания клейма литой заготовки на загрузке печей нагрева СПЦ-1», общий объем финансирования 13 млн. руб. стоимость работ в 2018 году составила 2 млн. руб.

3. На кафедре технологии и оборудование 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» на общую сумму 8,6 млн. руб. Стоимость работ в 2018 году составила 2,9 млн. руб.

– «Разработка и реализация новых технических решений по совершенствованию конструкции и систем охлаждения, обеспечивающих повышение сроков службы роликовых узлов горизонтального участка МНЛЗ-6 ЭСПЦ», общий объем финансирования 4,3 млн.руб. В 2018 году выполнены работы, финансирование которых составило 0,3 млн. руб.

Кроме того, был выполнен договор с ООО «Атомсейсмопроект» на выполнение работ по теме: «Исследование напряженно-деформированного состояния оборудования при статических, сейсмических и других», сумма по договору 0,24 млн. руб.

Также заключен договор с ОАО «СГОК» на тему «Разработка технологических карт ремонта оборудования ОАО «Стойленский ГОК» на общую сумму 12 млн. руб. В 2018г. стоимость работ составила 5,7 млн.руб.

4. Коллектив кафедры экономики, управления и организации производства (заведующий кафедрой, к.э.н., доцент М.В. Ровенских) в 2018г. завершен грант РФФИ с софинансированием Департамента внутренней и кадровой политики Белгородской области на тему: «Управление развитием молочного агропромышленного кластера Белгородской области в контексте обеспечения продовольственной безопасности» 0,96 млн. руб., стоимость работ в 2018 году 0,48 млн. руб.

В 2018г., с целью развития научной и инновационной инфраструктуры института, в СТИ НИТУ «МИСиС» при содействии ООО УК «Металлоинвест» завершился процесс создания научно-технической лаборатории в области упрочнения и восстановления изношенных деталей машин и оборудования горно-металлургического производства. Ученые СТИ НИТУ «МИСиС» совместно с учеными НИТУ «МИСиС», выполняя ряд работ по заказу АО «ОЭМК», связанных с упрочнением и восстановлением изношенных поверхностей узлов МНЛЗ, прокатного стана 350 показали, что применяя новые технологии и материалы можно существенно увеличить срок службы данного оборудования, что, несомненно, приведет к положительному экономиче-

скому эффекту. Таким образом, в СТИ НИТУ «МИСиС» в 2018 году появилась еще одна научно-техническая лаборатория, укомплектованная необходимым научным и технологическим оборудованием, способная решать представленные проблемы производства.

Создание научно-исследовательских и технологических лабораторий, технопарка, финансирование научных исследований, а также общий рост научного потенциала ученых СТИ НИТУ «МИСиС» открывают перспективы развития научной деятельности вуза.

Успешное развитие науки в СТИ НИТУ «МИСиС» основано на большом научном потенциале ученых института, на научной кооперации с научными коллективами НИТУ «МИСиС», на существующей научной инфраструктуре и создании новых научно-исследовательских лабораториях (с 2015 года создано 2 научно-исследовательские лаборатории: НИЛ «Интеллектуальное управление горно-металлургическими процессами», НИЛ «Горно-металлургические технологии», научно-исследовательский центр «Инновационные технологии ремонта горно-металлургического оборудования», центр инноваций, проектирования и контроля качества в строительстве, центр инновационного консалтинга и сталеплавильная научно-техническая лаборатория), оснащенных современной исследовательским и технологическим оборудованием.

Основные научно-технические показатели СТИ НИТУ «МИСиС» в 2018 году:

- на базе института проведены три всероссийские конференции и одна международная, в которых приняло участие более 500 человек;
- опубликовано более 575 научных статей, из них: 71 - в российских журналах из списка ВАК, 218 - в РИНЦ, 9- в Web of Science и 27 в Scopus;
- выпущено 4 монографии, 1 из которых издана в зарубежном издательстве;
- защищено 3 кандидатские диссертации;
- учеными получены 1 патент и 5 свидетельств государственной регистрации программ для ЭВМ;
- сотрудники института приняли участие в 97 международных и всероссийских научных конференциях.

Особым приоритетом института в развитии научной деятельности является базовое предприятие АО «ОЭМК» и компания «Металлоинвест» в целом, являющиеся индустриальными партнерами в выполнении научных исследований по государственным контрактам и выступающие основными заказчиками НИОКР.

### **Контакты**

**Рассолов Василий Макарович** – директор СТИ НИТУ «МИСиС», канд. экон. 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

## НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ НИТУ «МИСИС»

**Котова Лариса Анатольевна**

Директор



### Общая информация о филиале

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС» на сегодняшний день 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 44 преподавателя, в том числе 2 с ученой степенью доктора и 35 – 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 – Мажирина Р.Е., к.т.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 (заведующая кафедрой – Швалева А.В., к.п.н., доцент) проводятся исследования в области развития профессиональной направленности личности студентов технических специальностей, а также изыскания в области совершенствования технологии коксохимического производства.

Основным научным направлением, развиваемым на кафедре гуманитарных и социально-экономических наук (заведующая кафедрой – Жантлисова Е.А., к.э.н., доцент), является формирование рыночных стратегий развития предприятий, разработка новых и адаптация существующих методов, механизмов и инструментов функционирования хозяйствующих субъектов.

### Общий объем финансирования НИР

За 2018 год суммарный объем выполненных хоздоговорных научно-исследовательских работ (НИР), финансируемых реальным экономическим сектором, составил более 3,9 млн. рублей. Основными потребителями научных разработок стали АО «Уральская Сталь» и ООО «Южно-уральская ГПК», по следующим темам:

- «Разработка технологии производства стали, обеспечивающей снижение загрязненности металла коррозионно-активными неметаллическими включениями»;
- «Использование комплексных руд Новокиевского месторождения при производстве шихтовой заготовки для ЭСПЦ»;
- «Разработка технологии производства брикетов из техногенных отходов металлургических производств АО «Уральская Сталь»»;
- «Опытно-промышленные испытания по использованию брикетированного доменного присада (БДП) на доменной печи № 1 АО «Уральская Сталь»»;
- «Проведение лабораторных исследований проб шлака металлургического для переплавки».

В 2018 году выполнен второй этап проекта по государственному заданию «Развитие аддитивных технологий получения объемных деталей при плазменном припекании порошковых композитных материалов», финансирование которого составило 4673,8 тыс. рублей, из них 4473,8 тыс. рублей – средства Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и 200 тыс. рублей – средства промышленных партнеров – ООО «ПлазмоТех-МГТУ», г. Магнитогорск.

В итоге, суммарные доходы от научной деятельности за 2018 год составили 8,6 млн. рублей, что в пересчете на одну ставку научно-педагогических работников Филиала составляет более 300 тыс. рублей.

На 2019 год уже достигнуты договоренности на выполнение трех хоздоговорных научно-исследовательских работ на общую сумму более 3,0 млн. рублей, что свидетельствует о востребованности научно-исследовательской деятельности Филиала.

### Важнейшие достижения филиала в научных исследованиях за 2018 г.

Успешно завершен второй 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 рамках выполнения проекта в 2018 году были выполнены следующие работы:

- исследованы физико-химические и электромагнитные закономерности процесса горения свободного высокочастотного разряда, а также газодинамические характеристики горения пламени высокочастотного разряда в условиях запыленности дисперсным наполнителем;
- определены оптимальные параметры разрядной камеры, и разработана конструкция ВЧФ-плазмотрона для плазменно-селективного припекания металлических порошков;
- установлены оптимальные вольт-амперные характеристики работы ВЧФ-плазмотрона и исследованы условия формирования наплавленных покрытий в различных режимах работы ВЧФ-плазмотрона;
- изучены свойства наплавленных покрытий, полученных при плазменном селективном припекании порошковых композиционных материалов;
- получен патент на изобретение «Порошковый сплав для изготовления объемных изделий методом селективного спекания».
- подана заявка на изобретение «Плазмотрон для плазменно-селективного припекания порошков»;
- исполнителем проекта, Овчинниковой Е.В., подготовлена к защите диссертация на соискание степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов»;
- результаты исследований опубликованы в 12 статьях, из которых 5 статей в научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science (в том числе одна статья в журнале, входящем во вторую квартиль), 5 статей в научных журналах, индексируемых в базе данных Scopus (в том числе одна статья в журнале, входящем во вторую квартиль) и 2 статьи в научных журналах индексируемых в базе данных European Reference Index for the Humanities.

За истекший 2018 год сотрудниками филиала подано 5 заявок на объекты промышленной собственности и получено 4 патента РФ на изобретения:

– пат. № 2657968 РФ «Порошковый сплав для изготовления объемных изделий методом селективного спекания»;

– пат. № 2668645 РФ «Способ восстановления наплавкой роликов машин непрерывного литья заготовок»;

– пат. № 2660537 РФ «Способ восстановления наплавкой поверхностей тел вращения»;

– пат. № 2669270 РФ «Флюидизированная известь для десульфурации чугуна и стали».

В 2018 году студенты филиала совместно с преподавателями приняли участие в 7 конференциях различных уровней, по результатам которых было опубликовано более 80 исследовательских работ. При непосредственном участии преподавательского состава филиала за 2018 год было опубликовано 68 статей в изданиях, включенных в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), из которых 15 статей из журналов, рекомендованных ВАК, а также 10 статей – в периодических изданиях, индексируемых в системе Web of Science и Scopus.

На базе Новотроицкого филиала НИТУ «МИСиС» в рамках «Дней науки» проведено две Межрегиональные научно-технические конференции: «Наука и производство Урала» (апрель 2018 г) и «Наука - это ты!» (май 2018 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.

---

## **НАУКА МИСиС 2018**

Научное издание

Ответственный редактор – В.Э. Киндоп

Верстка – А.Л. Бабабекова

Материалы сборника издаются в авторской редакции

Подписано в печать 16.04.2019

Формат 60×84/8. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Уч.-изд. л. 26,75, Тираж 100 экз. Заказ № 9300

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