

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки**  
**ИНСТИТУТ ФИЗИКИ МЕТАЛЛОВ имени М.Н. Михеева**  
**Уральского отделения Российской академии наук**

**П Р И К А З**

« 02 » декабря 2019 г.

г. Екатеринбург

№ 145

Об утверждении программы  
развития института  
на 2019 – 2023 годы

На основании Заключения Российской академии наук

**ПРИКАЗЫВАЮ:**

1. Утвердить Программу развития института на 2019 – 2023 годы (далее – Программа) (приложение).
2. Ученому секретарю института (АРАПОВОЙ И.Ю.) разместить Программу на официальном сайте института в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

Директор института,  
академик

Н.В. Мушников

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт физики металлов имени М.Н. Михеева  
Уральского отделения Российской академии наук



УТВЕРЖДАЮ

Директор ИФМ УрО РАН,  
академик РАН

Н.В. Мушников

« 02 » января 2019 г.

Программа развития

Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института физики металлов имени М.Н. Михеева  
Уральского отделения Российской академии наук  
на 2019 - 2023 годы

г. Екатеринбург

2019

## РАЗДЕЛ 1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

|      |                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | Информация о научной организации                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 1.1. | Полное наименование                                         | Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 1.2. | Сокращенное наименование                                    | ИФМ УрО РАН                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1.3. | Фактический (почтовый) адрес                                | 620108, г. Екатеринбург, ул. Софьи Ковалевской, 18                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 2.   | Существующие научно-организационные особенности организации |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 2.1. | Профиль организации                                         | Генерация знаний                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2.2. | Категория организации                                       | 1-я категория                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 2.3. | Основные научные направления деятельности                   | <p>Проведение фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований в области физики конденсированных сред и наук о материалах обеспечивая реализацию приоритетов научно-технологического развития, определенных Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации, а именно:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта.</li> <li>• Переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии.</li> <li>• Противодействие техногенным, биогенным, социокультурным угрозам, терроризму и идеологическому экстремизму, а также киберугрозам и иным источникам опасности для общества, экономики и государства.</li> </ul> |

## РАЗДЕЛ 2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ

### 2.1. Цель Программы развития

Укрепление и развитие научно-технического и кадрового потенциала, достижение лидирующих позиций в стране и в мире по ряду направлений физики конденсированных сред, физики магнитных явлений, физического материаловедения, физических основ диагностики материалов и изделий. Получение новых фундаментальных знаний, направленных на решение научных и технических задач в соответствии с Приоритетными направлениями научно-технологического развития Российской Федерации: создания новых функциональных и конструкционных материалов, решения проблем экологически чистой

и ресурсосберегающей энергетики, разработки приборов и систем противодействия техногенным угрозам.

## **2.2. Задачи Программы развития**

Создание условий для ускоренного развития фундаментальных и прикладных исследований по перспективным направлениям в области:

- физики конденсированных сред;
- физики магнитных явлений;
- наук о материалах;
- разработки физических основ современной диагностики и мониторинга надежности, ресурса и интегрального риска, механики деградации и разрушения материалов, изделий и машин, обеспечивающих техногенную и экологическую безопасность.

Получение прорывных научных результатов мирового уровня, достижение и сохранение ведущих конкурентных позиций Института в указанных актуальных областях современной науки; сохранение, распространение и применение передовых знаний и технологий, обеспечивающих процессы ускоренной технологической модернизации российской экономики.

Совершенствование исследовательской инфраструктуры. Обновление не менее чем на 50% приборного парка. Обеспечение устойчивого функционирования центра коллективного пользования и уникальной научной установки «Нейтронный материаловедческий комплекс на исследовательском реакторе ИВВ-2».

Укрепление сотрудничества с высокотехнологичными промышленными предприятиями. Создание условий для увеличения объема научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Увеличение объема внебюджетного финансирования прикладных исследований.

Углубление взаимодействия с организациями высшего образования, в первую очередь, с Уральским федеральным университетом. Создание эффективной системы отбора и профессионального роста научных кадров.

## **РАЗДЕЛ 3. НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРОГРАММА**

### **3.1. Ключевые слова**

Электронная структура, сильно коррелированные соединения, кристаллическая структура, наночастицы, электронные свойства, теория, нелинейные явления, сверхпроводимость, магнетизм, солитоны, мультиферроики, магнитные наноматериалы, магнитные наноструктуры, многослойные металлические наноструктуры, сверхрешетки, спиновые клапаны, магнитные полупроводники, полупроводниковые гетероструктуры, метаматериалы, гигантский магниторезистивный эффект, колоссальное магнитосопротивление, спинтроника, интерметаллические соединения, магнитотвердые материалы, магнитомягкие материалы, гистерезис, структурнозависимые свойства сталей и сплавов, цветные сплавы, композитные материалы, механические и трибологические свойства, пластическая деформация, фазовые и структурные превращения в сплавах, керамика, низкотемпературные сверхпроводники, сплавы железа, меди, магния и титана, упорядоченные сплавы, высокое давление, сварка взрывом, высокоэнергетические обработки, покрытия, дифракция медленных нейтронов, радиационные дефекты, реакторные конструкционные материалы, неразрушающий контроль, магнитный структурный анализ, диагностика труб и др. изделий.

### **3.2. Аннотация научно-исследовательской программы**

Программа развития ИФМ УрО РАН разработана в соответствии с Указами Президента Российской Федерации № 642 от 01.12.2016 «О Стратегии научно-технологического развития

Российской Федерации» и № 204 от 07.05.2018 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». Стратегические задачи развития института четко коррелируют с задачами национального проекта «Наука»:

- достижение лидирующих позиций и мирового уровня фундаментальных исследований приоритетных направлений науки и техники, а именно в области физики конденсированных сред, наук о материалах, разработки физических основ современной диагностики и мониторинга надежности и ресурса, механики деградации и разрушения материалов, изделий и машин, обеспечивающих техногенную и экологическую безопасность страны;
- модернизация научно-технической базы исследований, расширение парка научного оборудования;
- развитие научных школ, формирование сбалансированного кадрового состава, подготовка кадров высшей квалификации, развитие социальной сферы для обеспечения достойного уровня жизни ученых.

Научно-исследовательская программа Института включает три основных направления исследований, содержащих 12 приоритетных исследовательских проектов.

Направление I. Магнетизм и спинтроника.

Направление II. Физическое материаловедение.

Направление III. Технологии диагностики материалов.

Научно-исследовательская работа в рамках программы развития обеспечит:

- Рост числа научных статей в изданиях, индексируемых в международных базах данных: не менее 14 % в 2021 г. по сравнению с 2017 г.
- Увеличение количества результатов интеллектуальной деятельности, имеющих государственную регистрацию и (или) правовую охрану или находящихся в стадии оформления (в том числе заявок на патенты на изобретения) в 2 раза по сравнению с 2017 г.
- Увеличение числа исследователей: на 7% в 2024 г. по сравнению с 2017 г.
- Увеличение доли исследователей до 39 лет в общем числе исследователей: с 40% в 2017 г. до 45% в 2024 г.
- Увеличение объема внебюджетных средств относительно 2017 г.: не менее 1.14 раза в 2021 г.

### **3.3. Цель и задачи научно-исследовательской программы**

Стратегическими целями являются:

- развитие фундаментальных научных исследований на мировом уровне;
- создание на базе полученных результатов новых материалов, устройств и технологий в критически важных направлениях развития российской экономики;
- укрепление научно-технологического сотрудничества с предприятиями реального сектора экономики для ускоренного внедрения результатов фундаментальных и прикладных исследований;
- формирование современной материально-технической базы сектора исследований и разработок;
- интеграция науки и образования;
- интеграция прорывных исследований и разработок в международное научно-технологическое пространство.

Для реализации стратегических целей будут решены следующие задачи:

1. Развитие фундаментальных основ физики магнитных явлений, металлической и полупроводниковой спинтроники, магноники, включая проведение теоретических и экспериментальных исследований новых магнитных и спин-зависящих явлений в

- металлических, полупроводниковых и сверхпроводящих наноструктурах, нанокompозитных мультиферроиках, низкоразмерных наноматериалах, метаматериалах как основы создания перспективных приборов информатики, телекоммуникационных систем.
2. Разработка новых магнитных наноматериалов и наноструктур спинтроники с высоким уровнем функциональных свойств для энергоэффективных и энергосберегающих технологий, транспортных и аэрокосмических систем, информационно-телекоммуникационных и диагностических систем.
  3. Разработка новых методов исследования и диагностики магнитных наноматериалов и наноструктур спинтроники, включая магниторезонансные, спектроскопические, фемтосекундные, терагерцовые и другие.
  4. Исследование и развитие фундаментальных физических принципов и механизмов комплексного легирования, деформации, эволюции структуры и физико-механических свойств, структурных и фазовых превращений в сплавах на основе переходных и благородных металлов в условиях интенсивных высокоэнергетических термомодеформационных и радиационных воздействий, а также при последующих постдеформационных термических и химико-термических обработках.
  5. Установление фундаментальных закономерностей и общих принципов наноструктурирования металлических сплавов и композитов, а также влияния на механические, трибологические, коррозионные, радиационные и специальные функциональные свойства этих наноматериалов различных механизмов упрочнения и развивающихся в них структурных и фазовых превращений. Теоретический и экспериментальный поиск путей создания новых конструкционных и функциональных наноструктурированных материалов. Разработка на этой основе наукоемких технологий получения новых высокопрочных, жаропрочных, коррозионно-, износо- и радиационностойких, электро- и магниторезистивных наноструктурированных металлических материалов, наноструктурных лигатур и нанокомпозитов.
  6. Повышение эффективности высокоэнергетических обработок сталей и цветных сплавов на основе результатов исследования закономерностей формирования структурно-фазового состояния и разнообразных свойств материалов, их поверхностных слоев, покрытий и объемных изделий, полученных методами лазерных, плазменных и других упрочняющих поверхностных и аддитивных технологий.
  7. Подготовка высококвалифицированных научных кадров на основе интеграции передовых научных исследований в учебный процесс.

***Приоритетные исследовательские проекты (направления проведения исследований)***

**Направление I. Магнетизм и спинтроника**

Проект 1: Физические свойства металлов, полупроводников, сплавов и химических соединений на основе переходных, редкоземельных и актиноидных элементов, определяемые их электронной структурой и межэлектронными взаимодействиями.

Проект 2: Квантовые эффекты в теории магнетизма и сверхпроводимости переходных металлов и соединений на их основе, связанные с особенностями электронной, решеточной и спиновой структуры этих материалов.

Проект 3: Магнетизм многокомпонентных соединений переходных металлов и физические основы создания новых магнитных материалов на их основе.

Проект 4: Спиновые, зарядовые и тепловые кинетические явления в магнитоупорядоченных конденсированных средах и магнитных наногетероструктурах.

Проект 5: Перспективные функциональные наноматериалы и структуры: фазовые превращения, диффузионные явления, исследования методами микроволновой, ЯМР и ЯГР –спектроскопии.

Проект 6: Разработка и исследование физических свойств перспективных магнитных материалов на основе многокомпонентных сплавов и интерметаллидов в различных структурных состояниях.

### **Направление II. Физическое материаловедение**

Проект 7: Структурно-фазовые превращения в сталях и сплавах, создание новых технологий получения и обработки материалов с высокими функциональными свойствами.

Проект 8: Влияние давления, деформации и термической обработки на структуру, фазовый состав и физико-механические свойства металлов, интерметаллидов, конструкционных и функциональных сплавов и композитов.

Проект 9: Фазовый состав, кристаллическая структура и фундаментальные физические и функциональные свойства материалов различного назначения, подвергнутых интенсивным внешним воздействиям.

Проект 10: Материаловедческие и физические основы технологий лазерных, плазменных и иных высокоэнергетических обработок для создания материалов, изделий и покрытий с улучшенными функциональными свойствами.

### **Направление III. Технологии диагностики материалов**

Проект 11: Методы и средства неразрушающего контроля, диагностики структуры и дефектности материалов и компонент машиностроения, металлургии, энергетики и транспорта для оценки качества, надежности и ресурса.

Проект 12: Разработка физических методик, алгоритмов, сенсоров, аппаратно-программных и экспертных систем диагностики

## **3.4. Уровень научных исследований по теме научно-исследовательской программы в мире и Российской Федерации**

### ***Существующий научный задел по приоритетным исследовательским проектам***

#### **Направление I. Магнетизм и спинтроника**

- Впервые в мире объяснена природа магнетизма металлов на основе разработанной в институте в 30-40 годы полярной и s-d обменной модели, послужившей основой для всестороннего изучения **электронной структуры** и обусловленных ею **физических свойств d- и f- металлов**, их сплавов и соединений.
- Решение фундаментальных проблем магнетизма сочеталось с разработкой новых и совершенствованием существующих магнитных материалов: высококоэрцитивных, пригодных для постоянных магнитов, магнитомягких сплавов для электротехнической промышленности, магнитострикционных сплавов специального применения. Были разработаны высококоэрцитивные сплавы с рекордной величиной магнитной энергии, с высокой температурной стабильностью магнитных свойств. На основе комплексных исследований особенностей поведения магнитной доменной структуры при перемагничивании монокристаллов кремнистого железа в переменных магнитных полях выяснена физическая природа электромагнитных потерь и разработаны способы улучшения магнитных свойств листовых электротехнических сталей.
- Разработаны и применены методы LDA+U и LDA+DMFT, объединяющие подходы, основанные на теории функционала плотности с методами решения проблем, определенных моделями Хаббарда и Андерсона в приближении статического и динамического среднего поля. В настоящее время метод LDA+U **включен в качестве одного из режимов во все стандартные пакеты компьютерных программ для**

**расчетов электронной структуры.** Новые методы успешно применены для исследования переходов металл-изолятор по давлению, температуре и составу во многих сильно коррелированных материалах, в частности сверхпроводниках на основе купратов и пниктидов железа, а также материалов с эффектом колоссального магнитосопротивления.

- На основе фундаментальных исследований сильно коррелированных систем на основе 3d-, 4f и 5f-элементов совместно с РФЯЦ-ВНИИТФ (г. Снежинск) создана новая расчетная технология прогнозирования поведения ядерно-активных материалов при облучении. Данная технология базируется как на первопринципном квантово-механическом подходе моделирования физических свойств реальных материалов с сильными электронными корреляциями (железо и его сплавы, церий, плутоний и др.), так и современном подходе молекулярной динамики для учета эффектов облучения и их влияния на механические свойства материалов.
- Разработаны перспективные для практического использования магнитные металлические наноструктуры (сверхрешетки и спиновые клапаны) с эффектом гигантского магнитосопротивления, функциональные характеристики которых превосходят параметры зарубежных аналогов. Магнитные сверхрешетки ИФМ УрО РАН обладают на 30% большим магнитосопротивлением, в 7 раз более высокой чувствительностью к магнитному полю, в 5 раз меньшим гистерезисом, а также более высокой линейностью магнитосопротивления. Получены спиновые клапаны и сенсорные элементы на их основе с перспективными для практического использования параметрами. Синтезированные в ИФМ УрО РАН магнитные наноструктуры с оптимизированными для конкретных применений характеристиками в настоящее время используются на двух отечественных предприятиях для разработки инновационных изделий спинтроники: НПО Автоматики (Екатеринбург) и НПК «Технологический центр» (Зеленоград).

## **Направление II. Физическое материаловедение**

- Совместно с РФЯЦ-ВНИИТФ (г. Снежинск) разработаны физические основы нового высокоскоростного метода интенсивной пластической деформации – динамического канально-углового прессования, создающего нано- и субмикроструктуры и позволяющего существенно повысить механические свойства объемных металлических материалов.
- Установлен характер влияния мартенситных и магнитных фазовых превращений, процессов деформационного старения  $\alpha$  и  $\gamma$  твердых растворов, механизма планарного скольжения дислокаций на коэффициент трения и износостойкость сталей и сплавов. Показана важнейшая роль нанокристаллических структур в формировании трибологических свойств сталей и сплавов.
- Установлена взаимосвязь между фазовым, химическим составом и склонностью к флокенообразованию стали с перлитной структурой, показано влияние дисперсности перлита на механизм разрушения, определены структурные особенности стали после термомеханической обработки. По заданию ОАО «РЖД» определены причины массового брака при освоении на Выксунском металлургическом заводе технологии производства твердых колес повышенного качества для грузового железнодорожного транспорта. Даны рекомендации по химическому составу, режимам выплавки и термомеханического передела, которые обеспечили выпуск высококачественных железнодорожных колес.
- Разработаны научно-технологические рекомендации по оптимизации химического состава и режимов термомеханической обработки низкоуглеродистых (содержащих менее 0,08% углерода) низколегированных свариваемых сталей, положенные в основу новой технологии производства листового проката и штрипса. Обработанный по новой технологии листовой прокат имеет высокую свариваемость, обладает пределом текучести 500-690 МПа и отличается высокой хладостойкостью – ударная вязкость при температуре минус 60<sup>0</sup>С составляет более 300 Дж/см<sup>2</sup>. Достигнутое существенное повышение прочности и хладостойкости позволяет использовать эти стали для строительства



крупнейших газо- и нефтепроводов страны, в том числе в северных широтах, и сварных арктических конструкций.

- Выполнены приоритетные работы в области изучения структурных и кристаллографических особенностей прямых и обратных бездиффузионных термоупругих и нетермоупругих мартенситных превращений в цветных сплавах и сталях, а также диффузионных превращений, инициируемых интенсивной холодной деформацией (атомное расслоение, деформационное растворение интерметаллидов, нитридов, оксидов). На основе анализа особенностей структуры сталей с метастабильным аустенитом была разработана сварочная порошковая проволока для сварки корпусных изделий военной техники из броневых сталей, обеспечивающая технологичность сварки и надежность конструкций при баллистических нагружениях.
- Разработаны новые износостойкие стали и металлофизические основы наноструктурирующих поверхностных деформационных обработок (фрикционной и ультразвуковой ударно-фрикционной), а также химико-термических способов упрочнения поверхностей трения деталей машин и инструмента.
- Разработаны научные основы технологии лазерной наплавки износостойких покрытий и комбинированных лазерно-термических и лазерно-деформационных технологий.
- Предложены составы стойких против нейтронного облучения и тритиевого охрупчивания сталей для использования в термоядерных и атомных реакторах на быстрых нейтронах.
- Предложен способ и создана аппаратура для обработки холоднокатаных листов промышленных алюминиевых сплавов ионным облучением, позволяющий снизить энерго- и трудоёмкость процесса существующего технологического отжига, а также существенно уменьшить его длительность.
- Для различных отраслей техники были разработаны и внедрены: совместно с ВНИИГазом способ повышения долговечности и надежности работы газотурбинных установок (ГТУ); совместно с НПО «Сатурн» им. А.М. Люльки технология, позволяющая увеличить длительную прочность турбинных монокристаллических лопаток авиационных двигателей для КБ «Сухой»; с ВНИИНМ им. ак. А.А. Бочвара - технология получения многоволоконных композиционных сверхпроводников на основе соединения  $Nb_3Sn$  для проекта Интернационального термоядерного экспериментального реактора; новые, не содержащие серебра, высокопропускные контактные материалы для электротранспорта; комплексные жаростойкие покрытия для ГТУ; технология изготовления и термической обработки стальных крупногабаритных поковок для машиностроения; новые сплавы для ядерной физики, электроники, экологии и медицины; технология получения текстурованных эпитаксиальных подложек из никелевых сплавов с различными механическими и магнитными свойствами для сверхпроводящих кабелей 2-го поколения.

### **Направление III. Технологии диагностики материалов**

- Разработаны методы и аппаратура для контроля продукции различного назначения: вагон-дефектоскоп для контроля рельсов, уложенных в путь (до настоящего времени используется на всех железных дорогах страны), магнитные, вихретоковые и ЭМА дефектоскопы для выявления разного рода несплошностей, структуроскопы и текстурометры для неповреждающего контроля микроструктуры и зависящих от нее физических и механических свойств. В последние годы обращается особое внимание на миниатюризацию и расширение возможностей диагностических средств и приборов на основе цифровых технологий.
- Разработаны физические основы многопараметровой магнитной структуроскопии изделий, установлена группа магнитных свойств вещества, являющихся оптимальными параметрами структуроскопии, предложены новые высокочувствительные способы магнитного контроля структурно-фазового и напряженно-деформированного состояния объектов из ферромагнитных сталей с использованием характеристик необратимого перемагничивания.

- Предложены методические и технические способы решения задач контроля валков горячей прокатки, работающих в стане одного из крупнейших металлургических заводов России – Магнитогорском металлургическом комбинате. Установлена возможность контроля технического состояния валков на протяжении всего срока эксплуатации с помощью коэрцитиметрического метода (по неоднородности распределения коэрцитивной силы на поверхности валка). Для увеличения скорости и достоверности контроля разработана и внедрена автоматизированная программно-аппаратная коэрцитиметрическая система, разработана методика ее метрологической аттестации.
- На основе детерминированной нейронной сети создана система распознавания полезных сигналов дефектоскопических преобразователей, предложен оригинальный метод распознавания типа и оценки опасности внутренних дефектов по частоте акустического сигнала.
- Впервые разработано устройство для визуализации дефектов в остаточных магнитных полях с использованием тонкопленочных матричных преобразователей, принцип действия которых основан на эффекте анизотропии магнетосопротивления в ферромагнитных пленках. При сопоставимой с магнитопорошковым методом чувствительности к выявлению поверхностных и подповерхностных дефектов устройство позволяет автоматизировать процесс контроля и повысить его производительность. Контроль производится с зазором между датчиками и поверхностью изделия до 5 мм. Область применения – машиностроение, нефтегазовая отрасль.
- Установлено, что лазерное детектирование акустических полей с длиной упругой волны порядка нескольких миллиметров позволяет выявить наличие в металле совокупности микродефектов, размеры каждого из которых много меньше длины упругой волны. Параметры пространственного распределения акустических шумоподобных сигналов могут быть использованы для разработки новых методик ультразвукового неразрушающего контроля и визуализации микродефектов в сталях.
- Разработана вихретоковая методика и аппаратура неразрушающего контроля сплошности паянных токоведущих соединений обмоток статоров электрических машин, производящих и передающих электрическую энергию. Аппаратура позволяет с высокой достоверностью производить контроль статоров электрических машин при их изготовлении, ремонте, плановых обследованиях и аварийных ситуациях. Методика внедрена на ряде энергетических предприятий России.
- Впервые в РФ разработаны гармонизированные с международными стандартами ISO следующие национальные стандарты:
  - ГОСТ Р ИСО 9402 «Трубы стальные бесшовные и сварные (кроме труб, полученных дуговой сваркой под флюсом) напорные. Контроль неразрушающий магнитный по всей поверхности труб из ферромагнитной стали для выявления продольных несовершенств»;
  - ГОСТ Р ИСО 9598 «Трубы стальные бесшовные напорные. Контроль неразрушающий магнитный по всей поверхности труб из ферромагнитной стали для выявления поперечных несовершенств»;
  - ГОСТ Р ИСО 9304 «Трубы стальные бесшовные и сварные (кроме труб, полученных дуговой сваркой под флюсом) напорные. Контроль методом вихревых токов для обнаружения несовершенств».

### **3.5. Основные ожидаемые результаты по итогам реализации научно-исследовательской программы и возможность их практического использования (публикации, патенты, новые технологии)**

Ожидаемые результаты в рамках приоритетных проектов:

#### **Направление I. Магнетизм и спинтроника**

- Новые результаты по теории фундаментальных магнитных взаимодействий в магнитоупорядоченных низкоразмерных системах, квантовых двумерных

фрустрированных системах, геликоидальных магнетиках, солитонов и слабонелинейных волн; расчеты спин-магнонных токов в двумерных электронных системах, решение обратной задачи магнитостатической дефектоскопии. Концепция и схемы объектно-ориентированного программного комплекса, объединяющего первопринципные методики расчета свойств основного состояния наноматериалов и модельные подходы для изучения их термодинамических свойств как универсального инструмента для решения задачи описания физических свойств наноматериалов и оптимизации их функциональных свойств.

- Новый класс суперэнергоемких магнитов с магнитной энергией  $(BH)_{\max} \geq 50$  МГсЭ; и высококоэрцитивные магниты с коэрцитивной силой  $H_c \geq 25$  кЭ, включая материалы на основе  $Nd_2Fe_{14}B$ .
- Новые магнитно-мягкие нанокристаллические и пленочные материалы, обладающие оптимальным сочетанием магнитных характеристик для электротехнических применений, решения задач магнитного экранирования и др.
- Новые высокомагнитострикционные металлические и композитные материалы и материалы со структурными фазовыми переходами, управляемыми магнитным полем для мощных генераторов колебаний, двигателей микро- и наноперемещений нового поколения. Новые функциональные наноматериалы с управляемыми магнитными свойствами, а также материалы с повышенной термической стабильностью при температурах до  $500^\circ\text{C}$  для высокочувствительных датчиков электро- и радиотехнической аппаратуры общепромышленного и специального применения.
- Новые низкоразмерные магнитные материалы и нанопорошки, способы их получения, с целью обеспечения их последующей стабилизации, наночастицы, устойчивые при агрессивных воздействиях, в частности, в условиях живых систем для целей адресной доставки лекарственных препаратов в живых организмах, гипертермии злокачественных опухолей, в качестве катализаторов и наполнителей для разработки новых композитных конструкционных и функциональных материалов.
- Новые магнитные материалы и наногетероструктуры со свойствами мультиферроиков, магнитные метаматериалы и др., обладающие низким динамическим магнитным затуханием и высокой спиновой поляризацией.
- Новые контактные и бесконтактные методы исследования и диагностики магнитных наноматериалов: магниторезонансные, спектроскопические в широком диапазоне частот, в том числе с высоким временным разрешением
- Теории электронного спинового транспорта в планарных и латеральных наноструктурах.
- Фундаментальные знания по металлической спинтронике, спиновый транспорт в наноструктурах на основе металлических магнитных материалов, технологии синтеза наногетероструктур с гигантским магнетосопротивлением, и спин-клапанных наноструктур.
- Фундаментальные знания по полупроводниковой спинтронике: спиновым явлениям в полупроводниковых материалах и гетероструктурах, биполярному транспорту в магнитных p-n-переходах, квантовому магнитотранспорту в наносистемах с большим спиновым расщеплением, сильным спин-орбитальным взаимодействием.
- Спин-туннельные и спин-инжекционные наноструктуры.
- Фундаментальные и прикладные знания по магнонике и магнонным материалам.
- Разработка, создание и исследование фундаментальных и прикладных физических свойств перспективных магнитных материалов на основе многокомпонентных сплавов и интерметаллидов в различных структурных состояниях.

## Направление II. Физическое материаловедение

- Новые метастабильные сплавы на основе железа с управляемым коэффициентом термического расширения, повышенными прочностными и усталостными характеристиками, полученными в результате наноструктурирования в процессе циклических фазовых превращений ГЦК→ОЦК→ГЦК.
- Новые наноструктурированные в результате циклических фазовых превращений высокопрочные стареющие сплавы с управляемым эффектом памяти формы при сохранении или увеличении ресурса обратимой деформации.
- Высокопрочные стали с наноразмерным бейнитом и перлитом с повышенными механическими свойствами и износостойкостью для скоростного железнодорожного транспорта и магистральных нефтегазопроводов. Упрочняемые термомеханической обработкой и нанонитридами неферромагнитные высокопрочные и износостойкие нержавеющие стали для корпусов специальных судов и скоростных аппаратов.
- Новые высокопрочные износостойкие и антифрикционные стали, образующие нанокристаллический  $\alpha$ - или  $\epsilon$ -мартенсит на поверхности трения.
- Новые дисперсно-упрочненные нанооксидами радиационно-стойкие реакторные стали для ядерных и термоядерных реакторов, обладающие рекордной жаропрочностью, в которых в качестве носителя кислорода (при механическом легировании порошка стали в шаровой мельнице) служат поверхностные оксиды на частицах порошкового матричного сплава.
- Технологии объемного наноструктурирования и повышения структурной и текстурной стабильности наноструктурированных состояний в черных, цветных, благородных и тугоплавких металлах и их сплавах.
- Новые технологии синтеза и обработки интерметаллических и упорядоченных материалов (на основе Au-Al, CuPd и других), слоистых, волокнистых и тонкопленочных композитов «металл-интерметаллид» и «металл-металл», включая системы Al-Ti (Al-AlTi), Cu-Mg, Cu-Al, с применением методов деформационного воздействия и реакционного спекания и сварки взрывом.
- Наноструктурированные (в условиях высокоскоростного нагружения при динамическом канально-угловом прессовании) сплавы на основе Al, Cu, Mg, Ti, Fe как перспективные высокопрочные материалы, работающие при динамических нагрузках.
- Наноструктурированные металлические сплавы, в том числе сплавы урана, подвергнутые взрывной деформации с целью прогнозирования в них температур структурно-фазовых превращений и откольных разрушений при воздействии сферически сходящихся ударных волн.
- Технологии получения нанозеренной структуры в реакторных сплавах в результате контролируемой эволюции дислокаций при облучении высокоэнергетическими частицами.
- Новые специально легированные радиационно-стойкие реакторные стали, в которых в процессе управляемого нейтронного облучения формируются наноразмерные интерметаллидные фазы, усиливающие рекомбинацию точечных дефектов и сдерживающие радиационное распухание.
- Алюминиевые сплавы нового поколения конструкционного и функционального назначений, наноструктурированные за счет сверхбыстрой закалки и применения наноструктурных лигатур в виде композиционных материалов с алюминиевой матрицей, упрочненной тугоплавкими наночастицами.
- Наноструктурированные сплавы с эффектом памяти формы на основе системы Ni-Ti, полученные при кристаллизации из аморфного состояния и обладающие повышенной прочностью.

- Технологии фрикционных и ультразвуковых деформационных обработок, формирующих на поверхности металлических изделий градиентные наноструктурированные слои с повышенными прочностными, трибологическими и коррозионными свойствами при обеспечении nanoшероховатости поверхности.
- Технологии комбинированных деформационно-химико-термических обработок, включающих деформационное наноструктурирование поверхности сплавов с последующим химическим модифицированием (азотированием, оксидированием, цементацией и др.) или термическим воздействием для повышения механических и эксплуатационных характеристик изделий.
- Разработка нейтронографических методов оптимизации технологий изготовления конструкционных реакторных материалов.
- Технологии высокоэнергетических лазерных и плазменных обработок высокопрочных сплавов и сталей на основе результатов исследования закономерностей формирования структурно-фазового состояния и разнообразных свойств материалов. Разработка порошковых проволок для сварки, наплавки и напыления в высокотемпературных и износостойких применениях. Разработка материалов и технологии получения ультратонких плотных оксидных газотермических покрытий.

### **Направление III. Технологии диагностики материалов**

- Комплексное исследование структурных превращений, макро и микродефектов, а также магнитных, электрических и акустических явлений в конденсированных средах в процессе и после термических и деформационных воздействий.
- Разработка физических основ конкурентноспособных методов и средств магнитного, вихретокового и акустического контроля эксплуатационных характеристик и своевременного обнаружения критических состояний материалов и изделий.
- Разработка новых магнитных, акустических и комплексных многопараметровых методов определения механических свойств материалов и изделий в целях оценки остаточного ресурса.
- Разработка пирозлектромагнитных систем и методик контроля металлических изделий ответственного назначения.
- Разработка новых методов и средств дефектоскопии на основе электромагнитоакустических явлений в ферромагнитных материалах.
- Разработка многопараметровых магнитных и магнитоакустических методов и средств определения напряжённо-деформированного состояния ферромагнитных объектов.
- Разработка нового поколения индукционных металлодетекторов для обнаружения, локализации и оценки геометрических и электромагнитных параметров скрытых металлических объектов, в том числе в биологических объектах.
- Создание новых измерительных преобразователей и многоцелевых программно-аппаратных систем для реализации магнитных, вихретоковых, акустических и комплексных методов контроля качества и диагностики материалов, изделий и объектов и их практическое внедрение в промышленность, медицину и сферу безопасности.
- Разработка критериев оценки технического состояния, остаточного ресурса и надежности материалов, изделий, объектов техники для обеспечения устойчивого функционирования и развития критических инфраструктур (систем добычи, транспорта и распределения электричества, нефти, газа, систем телекоммуникаций, тепло- и водоснабжения, железных дорог и аэропортов).
- Разработка физических методик, сенсоров, алгоритмов, баз данных и экспертных систем диагностики с использованием современной методологии цифровизации.

- Разработка научно-технических основ, материалов и технологий создания и применения детекторов и автоматических систем индивидуального дозиметрического контроля различного назначения.

Целевые показатели по количеству публикаций в изданиях, индексируемых в международных базах, и планируемому количеству охранных документов на результаты интеллектуальной деятельности в ходе реализации научно-исследовательской программы ИФМ УРО РАН приведены в Приложении 1.

### **3.6. Потребители (заказчики) результатов исследований научно-исследовательской программы (обязательно при наличии проектов, включающих проведение поисковых и прикладных научных исследований)**

Предприятия Минобрнауки, Минтранс, Минприроды, Минобороны, Минпромторга, Минздрава. Федеральные ведомства, занимающиеся планированием развития экономики, промышленности, сельского хозяйства, инфраструктуры, и др.

Предприятия ГК «Росатом» (АО «Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов имени академика А. А. Бочвара», ФГУП «РФЯЦ – ВНИИТФ им. ак. Е.И. Забабахина» (г. Снежинск), ОАО Институт реакторных материалов (г. Заречный)), предприятия ГК «Роскосмос» (НПО Автоматики, АО «ГРЦ Макеева» (г. Миасс)), ФГУП ЦНИИчермет им. И.П. Бардина, ОАО «Российские железные дороги», АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей» (г. Москва), ФГОУ ВПО «МИСиС», ФГБНУ НПК "Технологический центр", ООО Завод «СИНТО», ООО НПО "ПРОМРЕСУРС", ООО "СТАЛЛ", ОАО «НК «Роснефть», ОАО «Газпром», ЦНИИКМ «Прометей», ФГУП «ВИАМ», ООО Владикавказский Технологический Центр «Баспик».

Предприятия металлургического и машиностроительного комплекса России: ОАО «Трубная металлургическая компания» (г. Москва), Магнитогорский металлургический комбинат, Ижевский металлургический завод, Красноярский металлургический завод, Выксунский металлургический завод (г. Выкса, Нижегородская область), ЗАО «Группа ЧТПЗ», ОАО «Мотовилихинские заводы» (г. Пермь), АО Уральский завод транспортного машиностроения, Верх-Исетский металлургический завод, Нижнетагильский металлургический комбинат, ОАО «НПК «Уралвагонзавод», ПАО "Корпорация ВСПМО-АВИСМА", ОАО «Северский трубный завод», АО "Альметьевский трубный завод" (г. Альметьевск, Татарстан), Каменск-Уральский металлургический завод, ООО "Предприятие "Сенсор", ЗАО «НПП «Машпром»..

ООО "Электротяжмаш-Привод", ООО "Предприятие "Сенсор", ЗАО "НПО "Спецнефтегаз", ЗАО "УРАЛИНТЕХ", ООО "Научно-производственное предприятие "Нефтегаздиагностика", ЗАО "ТД Металлопрокат", ЗАО "Сервис-Газификация", и другие.

Основными формами взаимодействия с перечисленными организациями являются исследования в рамках центров коллективного пользования, проведение совместных экспериментов с комплементарным использованием оборудования и/или образцов новых материалов, применение аналитических расчетов и численных кодов для развития новых теоретических платформ и моделирования экспериментов. Другая форма сотрудничества - выполнение хозяйственных работ по заказам отраслевых НИИ, КБ и промышленных предприятий.

Примерами таких работ являются научно-исследовательские работы по договорам в рамках госконтрактов с отраслевыми институтами: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ имени академика Е.И. Забабахина» по исследованию образцов, сохраненных после взрывного нагружения, и влияния термомеханической обработки на структурное состояние актинидных материалов; ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей» по разработке технологий коррозионных испытаний конструкционных металлических материалов в агрессивных средах и под воздействием рабочих нагрузок для обеспечения максимальной

работоспособности боевых кораблей; АО «ВНИИНМ имени академика А.А. Бочвара» в рамках госконтракта с корпорацией «Росатом» по исследованию характеристик ползучести, структурно-фазового состояния и теплофизических свойств перспективных конструкционных материалов»; а также работы в рамках хозяйственных договоров с АО Уральским заводом транспортного машиностроения по исследованию структуры и механических свойств основного металла и сварных соединений высокопрочных сталей и алюминиевых сплавов, произведенных с применением гидроабразивной резки, с целью разработки новой технологии изготовления сварных конструкций и ФГБНУ НПК "Технологический центр" по напылению многослойных тонкопленочных наноструктур.

Будут развиваться связи с зарубежными партнерами в рамках международных исследовательских программ и двухсторонних связей, в числе которых можно выделить проекты с Национальным научным комитетом в Тайбэе (Тайвань) «Синтез и исследование электронной структуры, зарядового и спинового транспорта объемных и пленочных топологических изоляторов для спинтронных и термоэлектрических устройств»; нанесение алмазоподобных нанопокровов на стекла опытной партии смартфонов LG G3 по заказу Компании «ЛГ Электроникс Инк.». Будут продолжены работы, начатые как совместные проекты УрО РАН-CRDF Global, по исследованию: электронной структуры халькопиритов и кестеритов – материалов для фотовольтаики; механизмов движения водорода в борогидридах и родственных материалах для хранения водорода; структурного состояния и магнитных свойств нанокмпозитов, сформированных расщепленным графитом и 3d переходными металлами. Продолжатся работы в рамках действующих соглашений о сотрудничестве (без финансовых обязательств) с ведущими международными организациями и университетами.

#### РАЗДЕЛ 4. РАЗВИТИЕ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ОРГАНИЗАЦИИ

Кадровый потенциал института (по состоянию на апрель 2019 г.):

Всего работников - 710 чел.;

численность исследователей - 423 чел., из них докторов наук - 85 чел., кандидатов наук - 208 чел.; административно-управленческий аппарат - 64 чел.

Численный состав, соотношение научных и научно-вспомогательных кадров, соотношение по квалификационным категориям, имеющееся в настоящее время, считаем для института в целом оптимальным. Для обновления кадров крайне необходимо увеличить привлекательность научной работы для молодежи. Как нам представляется, прежде всего – это возможность проводить исследования на суперсовременном оборудовании, достойная зарплата и доступность научных контактов как с российскими, так и зарубежными коллегами.

ИФМ УрО РАН будет осуществлять кадровое обеспечение с помощью собственного действующего научно-образовательного комплекса «Высшая академическая школа физики металлов УрФУ – ИФМ УрО РАН», включающего в себя научно-образовательные центры (НОЦ):

- НОЦ «Перспективные конструкционные материалы» – на базе Института новых материалов и технологий УрФУ и ИФМ УрО РАН;
- НОЦ «Контроль и диагностика перспективных материалов» – на базе Физико-технологического института УрФУ и ИФМ УрО РАН;
- НОЦ «Физика конденсированного состояния» – на базе Института фундаментального образования УрФУ и ИФМ УрО РАН;
- НОЦ «Магнетизм и магнитные материалы» – на базе Института естественных наук и математики УрФУ и ИФМ УрО РАН;
- НОЦ «Нанотехнологии спинтроники» – на базе НОЦ «Нanomатериалы и нанотехнологии» УрФУ и ИФМ УрО РАН;
- НОЦ «Теоретическая физика и прикладная математика» – на базе Физико-технологического института УрФУ и ИФМ УрО РАН

– НОЦ «Радиационное материаловедение» – на базе Физико-технологического института УрФУ и ИФМ УрО РАН.

Стратегической задачей функционирования НОК является формирование центра притяжения молодых специалистов выпускников соответствующих специальностей ведущих ВУЗов Уральского федерального округа. Численность обучающихся молодых специалистов, выполняющих квалификационные работы на базе ИФМ УрО РАН, для 2017 года составляет 77 человек.

Ежегодно более 30 сотрудников (в том числе молодых специалистов) направляются на научные стажировки в российские и международные научные и научно-образовательные организации. По результатам работ публикуется более 70 статей ежегодно с зарубежными соавторами в ведущих журналах, индексирующихся в международных базах данных.

Молодые сотрудники будут активно участвовать в выполнении работ по планам НИР, в том числе на обновляемом оборудовании института. Запланировано увеличение доли исследователей до 39 лет в общем числе исследователей: с 40% в 2017 г. до 45% в 2024 г.

В настоящее время ведется подготовка кадров в аспирантуре (лицензия № 1284 от 20.02.2015 на осуществление образовательной деятельности и свидетельство № 1344 от 19.06.2015 о государственной аккредитации образовательных программ высшего образования.) по направлениям: 03.06.01 Физика и астрономия; 15.06.01 Машиностроение; 22.06.01 Технологии материалов.

Будут обеспечены: ежегодный прием в аспирантуру ИФМ УрО РАН не менее 10 чел.; достижение показателя представления диссертаций к окончанию аспирантуры не менее 20% и к окончанию аспирантуры + 2 года работы в институте не менее 70% прошедших обучение; стимулирование научных руководителей соискателей, добившихся подготовки диссертаций высокого уровня в указанные сроки.

Кадровое обеспечение выполнения научно-исследовательской программы Института будет также осуществляться и в рамках программы создания «новых лабораторий», ориентированных на комплексное развитие научных исследований и разработок в области передовых технологий, совершенствование системы технологического трансфера технологий и обеспечения быстрого перехода результатов исследований в стадию практического применения.

Будет обеспечено функционирование диссертационного совета Д.004.003.001 по защитах докторских и кандидатских диссертаций по основным специальностям института, что позволит молодым исследователям своевременно повышать квалификацию.

ИФМ УрО РАН будет поддерживать и активно участвовать в деятельности Минобрнауки России, направленной на создание совместных лабораторий с учреждениями высшего профессионального образования.

## РАЗДЕЛ 5. РАЗВИТИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОРГАНИЗАЦИИ

### 5.1. Краткий анализ соответствия имеющейся научно-исследовательской инфраструктуры организации научно-исследовательской программе

Общие производственные площади базового института, расположенные на земельных участках общей площадью 40 977 кв.м. практически полностью используются для производственных нужд.

Институт обладает обширным комплексом уникального и дорогостоящего оборудования. Так **Нейтронный материаловедческий комплекс** ИФМ УрО РАН (УНУ НМК) является единственным действующим в России исследовательским центром, в котором нейтронографическими методами исследуются **высокорadioактивные материалы**, в том числе, функциональные, для использования в промышленности и единственным в Урало-Сибирском регионе, где проводятся основные нейтронные



исследования в области физики конденсированного состояния. В 2015 году данный комплекс по результатам ранжирования ЦКП, УНУ и СКЦ, проведенным ФАНО РФ, был **включен в список уникальных установок I-ой категории.**

В институте создан и активно функционируют **Центр коллективного пользования уникальным и дорогостоящим оборудованием ЦКП “Испытательный центр нанотехнологий и перспективных материалов”**. К настоящему времени ЦКП располагает обширным арсеналом уникального аналитического оборудования на сумму свыше 135 млн.руб. Однако резко возросшие потребности измерений характеристик нано- и перспективных материалов, ожидаемый в ближайшем будущем рост потребности в оценке свойств образцов прототипов наукоемкой продукции требуют в ближайшие годы принятия неотложных мер по дооснащению ЦКП, расширению используемых методик, появлению в его арсенале новых средств измерений и аналитического оборудования с уникальными характеристиками.

В институте эксплуатируются 8 установок, которые по своим характеристикам могут быть отнесены к уникальным. Все они относятся к действующим установкам, функционирование которых в существенной степени и обеспечивает уровень научных исследований, выполняемых в ИФМ УрО РАН. Суммарная стоимость уникальных установок превышает 165 млн. руб. Некоторые из установок действуют уже в течение длительного времени. Так, установки для получения алмазоподобных покрытий были введены в эксплуатацию более 20 лет тому назад. Несмотря на то, что установки такого класса предполагают длительную эксплуатацию, они уже выработали ресурс и нуждаются в замене. Установка молекулярно-лучевой эпитаксии эксплуатируется в ИФМ УрО РАН с 1991 г. На этой установке изготавливаются многослойные металлические наноструктуры, исследование которых определило передовой уровень работ института в этой области как в России, так и в мире. Были созданы и исследованы структуры с гигантским магниторезистивным эффектом, обнаружен микроволновой гигантский магниторезистивный эффект, приготовлены кластерно-слоистые наноструктуры и наноструктуры с дискретным магниторезистивным эффектом. Быстрое развитие науки и технологий, разработка физических основ получения новых перспективных материалов и прорывных технологий требуют ускоренного переоснащения института как аналитическим, так и технологическим оборудованием, без которого невозможно проведение на качественно новом уровне комплексных исследований, выполняемых в ИФМ УрО РАН.

## **5.2. Основные направления и механизмы развития научно-исследовательской инфраструктуры организации (включая центры коллективного пользования и уникальные научные установки)**

Учитывая задачи, стоящие перед институтом, необходимо расширение возможностей ЦКП на оборудовании которого будет выполняются основные работы по выполнению госзадания МОН РФ. ЦКП “Испытательный центр нанотехнологий и перспективных материалов” также ориентирован на удовлетворение потребностей предприятий уральского региона, готовящихся выпускать наукоемкую продукцию. Для этого ЦКП проводит работу по аккредитации в системе метрологической аттестации Ростехрегулирования. Запланировано вхождение в систему “Наносертифика” госкорпорации Роснанотех.

*Аналитическое оборудование.*

Для комплексного обеспечения проводимых работ необходимо приобретение современного многоцелевого электронного просвечивающего микроскопа с атомарным разрешением, который позволит комплексно изучать в режиме просвечивания от макроскопического до атомных уровней гетерогенные многокомпонентные системы, как

магнитные, так и немагнитные. Необходимы режимы с пространственным разрешением порядка 0,1 нм и локальностью элементного анализа 1-2 нм. Такие возможности имеет просвечивающий электронный микроскоп класса JEM-F200 фирмы JEOL с улучшенной пушкой холодной полевой эмиссии, Лоренцевой магнитной томографией, темнопольным детектором, элементной 3D-томографией, электронной голографией и картированием изображений с комплектом держателей образцов и фотокамер высокого разрешения. Микроскопа с такой комплектацией сейчас отсутствует в организациях УрО РАН.

Прибор синхронного термического анализа STA 449 F3 Jupiter® (TG-DSC/DTA Apparatus) будет приобретен для проведения исследований особенностей структурных и фазовых превращений в металлах и сплавах при нагреве до +1000С и охлаждении до -150С и определения термодинамических параметров в комплексе с микроскопическими исследованиями.

Для работы с монокристаллическими образцами необходим 4-кружной рентгеновский дифрактометр с высокоскоростным детектором CCD. класса Rigaku Oxford Diffraction. Прибор такого типа позволит существенно ускорить определение качества и ориентацию монокристаллических образцов различного состава.

Для решения задач неразрушающего контроля широкого класса изделий, акустической дефектоскопии микродефектов и дефектов малых размеров необходима установка для визуализации акустических полей и вибраций малых амплитуд класса UHF-120, Polytech GmbH, Германия.

#### *Технологическое оборудование.*

Организация исследований полного цикла от фундаментальных до выпуска опытных партий изделий и материалов, требует изменения технологических возможностей для реализации прорывных технологий. Создание принципиально новых материалов путем сварки трением с перемешиванием и фрикционной обработки обеспечивает оборудование уровня ESAB FSW Legio, производимое в Швеции. Такие установки позволяют исследовать процессы сварки алюминиевых, магниевых, медных сплавов, сталей и титана как между собой в любых сочетаниях. Аналог, выпускаемый в РФ компанией «Сеспель», г.Чебоксары, имеет существенно меньшие функциональные возможности. Необходимо обновление установки для нанесения пленок и покрытий различных типов, в частности, упрочняющих и алмазоподобных. Институт имеет большой задел в этой области, однако имеющееся оборудование было изготовлено в 1980-х годах и в настоящее время физически и морально устарело.

Исследование усталостных повреждений металлических материалов важно для решения задач диагностики функциональных и конструкционных материалов, определения их ресурса и разработки методов и средств неразрушающего контроля. Для исследований в этой области необходима установки для ударных испытаний с энергией удара до 757 Дж класса INSTRON CEAST 9350.

Для обеспечения работ в области нанолитографии необходимо приобретение системы безмасковой лазерной литографии класса DWL 66+, современного наносекундного твердотельного лазера для установки импульсного лазерного осаждения на которой в рамках единого технологического цикла можно будет получать наногетероструктуры со слоями полупроводников, металлов, диэлектриков сложного состава в любом сочетании.

Коллективы сотрудников подразделений института, включая молодых в возрасте до 39 лет, обладают достаточной квалификацией и практическим опытом для проведения исследований на обновляемом научном оборудовании.

## РАЗДЕЛ 6. РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ НАУЧНОЙ КОММУНИКАЦИИ И ПОПУЛЯРИЗАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Проведение открытых презентаций важнейших достижений сотрудников института с дополнительной публикацией научно-популярных эссе, а также размещением видеозаписей

докладов на сайте Института в общедоступной коммуникационной сети Интернет. Запланировано создание собственного YouTube канала института.

Организация международных научных собраний с элементами молодежных школ в формате научного кафе по актуальным проблемам физики конденсированного состояния вещества и наукам о материалах, в частности проведены два мероприятия с участием ученых из Великобритании и планируется проведение подобного мероприятия с немецкими учеными.

Ежегодно организуется несколько крупных научных конференций по тематикам исследований Института, в том числе Всероссийская школа - семинар по проблемам физики конденсированного состояния вещества, которая является площадкой для дискуссии молодых ученых и собирает более 200 участников из разных городов России от Владивостока до Калининграда. В текущем году пройдет юбилейная 20-ая школа-семинар.

В 2017 году создан и функционирует выставочный зал Института, где представлена история развития науки на Урале и уникальные разработки сотрудников ИФМ УрО РАН.

В целях популяризации научных знаний и достижений Института, проведения информационно-просветительских мероприятий Институт не первый год принимает участие в общегородском мультикультурном проекте «Ночь музеев». ИФМ УрО РАН открывает свои двери жителям и гостям г. Екатеринбурга, желающим узнать, чем занимаются ученые-физики. Посетителям представляется возможность совершить увлекательное путешествие по нескольким научным маршрутам в сопровождении молодых ученых, познакомиться с научным оборудованием и увидеть наиболее эффектные физические эксперименты.

## РАЗДЕЛ 7. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ

В целях совершенствования системы управления Институтом планируется создание комплексной информационной системы, с возможностью дифференцированного доступа для основного научного и административно-управленческого персонала, а также интерактивное координированное взаимодействие научных сотрудников и экономических служб института с электронной системой государственных закупок в рамках действия федеральных законов. Одной из главных задач является максимально возможное упрощение бюрократических процедур внутри Института, создание благоприятной обстановки для научного творчества.

## РАЗДЕЛ 8. СВЕДЕНИЯ О РОЛИ НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ В ВЫПОЛНЕНИИ МЕРОПРИЯТИЙ И ДОСТИЖЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ И ЗНАЧЕНИЙ ЦЕЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТА «НАУКА» И ВХОДЯЩИХ В ЕГО СОСТАВ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ

Программа развития ИФМ УрО РАН разработана в соответствии с Указами Президента Российской Федерации № 642 от 01.12.2016 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» и № 204 от 07.05.2018 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». Стратегические задачи развития института четко коррелируют с задачами национального проекта «Наука»:

- достижение лидирующих позиций и мирового уровня фундаментальных исследований приоритетных направлений науки и техники, а именно в области физики конденсированных сред, наук о материалах, разработки физических основ современной диагностики и мониторинга надежности и ресурса, механики деградации и разрушения материалов, изделий и машин, обеспечивающих техногенную и экологическую безопасность страны. Целевые показатели

реализации научно-исследовательской программы ИФМ УрО РАН приведены в Приложении 1;

- модернизация научно-технической базы исследований, расширение парка научного оборудования. ИФМ УрО РАН участвует в Федеральном проекте “Развитие передовой инфраструктуры для проведения исследований и разработок в РФ”. Планируется обновление не менее 50% приборной базы Института: 2019 г. – 7.9 %; 2020 г. – 11.4 %; 2021 г. – 29.3 %.
- развитие научных школ, формирование сбалансированного кадрового состава, подготовка кадров высшей квалификации, развитие социальной сферы для обеспечения достойного уровня жизни ученых. Значимыми мероприятиями выступают и повышение оплаты труда и материального стимулирования, и создание комфортных производственных и социальных условий.

Планируемый вклад ИФМ УрО РАН в выполнение нацпроекта “НАУКА”:

1. Рост числа научных статей в изданиях, индексируемых в международных базах данных: не менее 14 % в 2021 г. по сравнению с 2017 г.
2. Увеличение количества результатов интеллектуальной деятельности, имеющих государственную регистрацию и (или) правовую охрану или находящихся в стадии оформления (в том числе заявок на патенты на изобретения) в 2 раза по сравнению с 2017 г.
3. Увеличение числа исследователей: на 7% в 2024 г. по сравнению с 2017 г.
4. Увеличение доли исследователей до 39 лет в общем числе исследователей: с 40% в 2017 г. до 45% в 2024 г.
5. Увеличение объема внебюджетных средств относительно 2017 г.: не менее 1.14 раза в 2021 г.

Участие в Федеральном проекте “Развитие передовой инфраструктуры для проведения исследований и разработок в РФ”:

Обновление не менее 50% приборной базы Института:

2019 г. – 7,9 %; 2020 г. – 11,4 %; 2021 г. – 29,3 %.

|                                                                                                                   | тыс. руб.  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Полная учетная стоимость подлежащей списанию приборной базы в течение срока реализации Программы развития         | 12 500     |
| Объем расходов на эксплуатацию обновляемой приборной базы                                                         | 55 668.95* |
| Полная учетная стоимость приборной базы за счет средств гранта в форме субсидии, в том числе в целях развития ЦКП | 353035.73  |
| Полная учетная стоимость приборной базы на 1 января 2018 года                                                     | 725106.6   |

\* 75 % за счет средств субсидии на финансовое обеспечение выполнения государственного задания из федерального бюджета, 25 % за счет поступления средств от оказания услуг (выполнения работ) на платной основе и от иной приносящей доход деятельности.

## РАЗДЕЛ 9. ФИНАНСОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ

| №     | Показатель                                                                                                                                  | Единица измерения | Отчетный период (2018 г.) | Значение   |            |            |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------|------------|------------|------------|
|       |                                                                                                                                             |                   |                           | 2019 год   | 2020 год   | 2021 год   |
| 1.    | Общий объем финансового обеспечения Программы развития <sup>1</sup>                                                                         | тыс. руб.         | 564275.2                  | 654 657.93 | 777 550.88 | 952 424.59 |
|       | Из них:                                                                                                                                     |                   |                           |            |            |            |
| 1.1.  | субсидии на финансовое обеспечение выполнения государственного задания из федерального бюджета                                              | тыс. руб.         | 442627.4                  | 439 194,80 | 461 743.78 | 491 515.39 |
| 1.2.  | субсидии на финансовое обеспечение выполнения государственного задания из бюджета Федерального фонда обязательного медицинского страхования | тыс. руб.         | 0                         | 0          | 0          | 0          |
| 1.3.  | субсидии, предоставляемые в соответствии с абзацем вторым пункта 1 статьи 78.1 Бюджетного кодекса Российской Федерации                      | тыс. руб.         | 17507                     | 73 463.13  | 99 357.20  | 229 307.80 |
| 1.4.  | субсидии на осуществление капитальных вложений                                                                                              | тыс. руб.         | 0                         | 0          | 0          | 0          |
| 1.5.  | средства обязательного медицинского страхования                                                                                             | тыс. руб.         | 0                         | 0          | 0          | 0          |
| 1.6.  | поступления от оказания услуг (выполнения работ) на платной основе и от иной приносящей доход деятельности                                  | тыс. руб.         | 104140.8                  | 142000     | 216449,9   | 231601,4   |
| 1.6.1 | В том числе, гранты                                                                                                                         | тыс. руб.         | 104140.8                  | 117000     | 191449.9   | 206601.4   |

И.о. директора института,  
д.ф.-м.н.

«19» июня 2019 г.



А.П. Носов

<sup>1</sup> Указывается в соответствии с планом финансово-хозяйственной деятельности организации

Приложение 1  
к Программе развития  
ИФМ УрО РАН

**Целевые показатели реализации Программы развития**  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук период до 2023 года

| № п/п                                 | Целевые показатели реализации Программы развития <sup>1</sup>                                        | Профиль организации <sup>2</sup> | Единица измерения | Предыдущие годы |          | Отчетный год | План <sup>3</sup> |          |          |          |          |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------|-----------------|----------|--------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|
|                                       |                                                                                                      |                                  |                   | 2016 год        | 2017 год |              | 2019 год          | 2020 год | 2021 год | 2022 год | 2023 год |
| 1                                     | 2                                                                                                    | 3                                | 4                 | 5               | 6        | 7            | 8                 | 9        | 10       | 11       | 12       |
| Основные целевые показатели           |                                                                                                      |                                  |                   |                 |          |              |                   |          |          |          |          |
| Научно-исследовательская деятельность |                                                                                                      |                                  |                   |                 |          |              |                   |          |          |          |          |
| 1.                                    | Количество статей в изданиях, индексируемых в международных базах данных                             | I                                | ед.               | 358             | 353      | 361          | 370               | 378      | 404      | 406      | 408      |
| 1.1.                                  | В том числе количество статей в областях, определяемых приоритетами научно-технологического развития | I                                | ед.               | 358             | 353      | 361          | 370               | 378      | 404      | 406      | 408      |

<sup>1</sup> Целевые показатели будут использованы для анализа в рамках следующей оценки результативности деятельности научных организаций, подведомственных Минобрнауки России.

<sup>2</sup> В соответствии с приложением № 1 к протоколу заседания Межведомственной комиссии по оценке результативности деятельности научных организаций от 14 января 2016 г. № ДЛ-2/14пр указывается номер профиля.

<sup>3</sup> Приводятся планируемые значения показателей по годам на весь срок реализации Программы развития. При соответствии, значения формируются с учетом методических рекомендаций к расчету значений показателей, используемых организацией при внесении сведений в базу данных ФСМНО (sciencemon.ru).

|        |                                                                                                                                        |   |     | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1.1.1. | Из них:<br>число статей, в изданиях,<br>индексируемых в базе<br>данных Web of Science<br>Core Collection (WoS)                         | I | ед. | 350  | 343  | 350  | 360  | 367  | 393  | 395  | 397  |
| 1.1.2. | число статей в изданиях,<br>индексируемых в базе<br>данных Scopus                                                                      | I | ед. | 358  | 353  | 361  | 370  | 378  | 404  | 406  | 408  |
| 2.     | Число заявок на получение<br>патента на изобрете-<br>ние, включая междуна-<br>родные заявки                                            | I | ед. | 6    | 3    | 2    | 4    | 6    | 6    | 6    | 6    |
| 3.     | Количество заключенных<br>лицензионных договоров<br>о предоставлении права<br>использования изобре-<br>тений, охраняемых патен-<br>том | I | ед. | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 4.     | Количество полученных<br>охранных документов на<br>РИД <sup>4</sup>                                                                    | I | ед. | 13   | 17   | 15   | 15   | 17   | 17   | 17   | 17   |
| 5.     | Количество разработан-<br>ных и переданных для<br>внедрения и производства<br>технологий <sup>5</sup>                                  | I | ед. | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 6.     | Число внесенных в Госу-<br>дарственный реестр се-<br>лекционных достижений <sup>6</sup>                                                | I | ед. | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

<sup>4</sup> РИД - результаты интеллектуальной деятельности.

<sup>5</sup> Подтвержденных актами и протоколами опытно-промышленных испытаний разработанной научно-технической продукции.

<sup>6</sup> Для организаций, проводящих исследования и разработки в области сельскохозяйственных наук.

|                                |                                                                                                                                                                                  |   |           | 2016     | 2017     | 2018     | 2019      | 2020      | 2021      | 2022     | 2023     |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| 7.                             | Объем внебюджетных средств                                                                                                                                                       | I | тыс. руб. | 153267,1 | 202289,6 | 141798,7 | 142000    | 216449,9  | 231601,4  | 231601,4 | 231601,4 |
| Кадровый потенциал организации |                                                                                                                                                                                  |   |           |          |          |          |           |           |           |          |          |
| 1.                             | Численность исследователей                                                                                                                                                       | I | чел.      | 394      | 392      | 422      | 423       | 424       | 425       | 426      | 427      |
| 1.1.                           | Численность исследователей в возрасте до 39 лет (включительно)                                                                                                                   | I | чел.      | 157      | 152      | 174      | 170       | 170       | 171       | 172      | 173      |
| 2.                             | Численность аспирантов                                                                                                                                                           | I | чел.      | 44       | 44       | 44       | 35        | 33        | 33        | 33       | 33       |
| 2.1.                           | Из них: численность аспирантов, защитившихся в срок                                                                                                                              | I | чел.      | 3        | 3        | 3        | 2         | 2         | 2         | 2        | 2        |
| 3.                             | Численность российских и зарубежных ученых, работающих в организации и имеющих статьи в научных изданиях первого и второго квартилей, индексируемых в международных базах данных | I | чел.      | 133      | 134      | 133      | 133       | 135       | 136       | 136      | 136      |
| Приборная база организации     |                                                                                                                                                                                  |   |           |          |          |          |           |           |           |          |          |
| 1.                             | Общая балансовая стоимость научного оборудования <sup>7</sup>                                                                                                                    | I | тыс. руб. | 663527.8 | 690795.2 | 694684.8 | 751927.53 | 834927.53 | 1047720.5 | 694734.8 | 694684.8 |
| 1.1.                           | В том числе балансовая стоимость измерительных и регулирующих приборов и устройств, лабораторного оборудования                                                                   | I | тыс. руб. | 496529.7 | 455407   | 309274.6 | 366517.33 | 449517.33 | 662310.33 | 309324.6 | 309274.6 |

<sup>7</sup> За исключением балансовой стоимости уникальных научных установок, машин и оборудования которое не относится к научному оборудованию, машин и оборудования, стоимость которых менее 20 тыс.руб.



|      |                                                                                                                                     |   |           | 2016     | 2017     | 2018     | 2019       | 2020       | 2021       | 2022       | 2023       |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----------|----------|----------|----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 2.   | Балансовая стоимость научного оборудования в возрасте до 5 лет                                                                      | I | тыс. руб. | 165338,0 | 140837,5 | 253104,6 | 176 515.43 | 195 771.13 | 389 320.43 | 354 137.93 | 353 035.73 |
| 3.   | Доля отечественного научного оборудования <sup>8</sup>                                                                              | I | %         | 55,63    | 53,82    | 46,82    | 46,82      | 46,82      | 46,82      | 46,82      | 46,82      |
| 4.   | Общая балансовая стоимость выбывших единиц научного оборудования <sup>9</sup>                                                       | I | тыс. руб. | 2634,5   | 5058,0   | 0        | 2500       | 2500       | 2500       | 2500       | 2500       |
| 4.1. | Из них: балансовая стоимость выбывших измерительных и регулирующих приборов и устройств, лабораторного оборудования                 | I | тыс. руб. | 1447,3   | 2695,1   | 0        | 1200       | 1200       | 1200       | 1200       | 1200       |
| 5.   | Балансовая стоимость уникальной научной установки (при наличии)                                                                     | I | тыс. руб. | 6534,8   | 6534,8   | 6534,8   | 6534,8     | 6534,8     | 6534,8     | 6534,8     | 6534,8     |
| 6.   | Объем расходов на эксплуатацию обновляемого научного оборудования                                                                   | I | тыс. руб. | 0        | 0        | 0        | 12052.8    | 26324.1    | 55668.9    | 55668.9    | 55668.9    |
| 7.   | Отношение фактического времени работы центра коллективного пользования в интересах третьих лиц к фактическому времени работы центра | I | %         | 30.62    | 41.57    | 41.45    | 41.65      | 42.15      | 42.45      | 42.65      | 42.85      |
| 8.   | Доля исследований, проводимых под руководством молодых ученых в возрасте до 39 лет (включительно) <sup>10</sup>                     | I | %         | 2.31     | 2.33     | 1.14     | 2.14       | 2.34       | 2.64       | 2.85       | 3.05       |
|      |                                                                                                                                     |   |           |          |          |          |            |            |            |            |            |

<sup>8</sup> Рассчитывается как отношение балансовой стоимости приборной базы отечественного производства в текущем году к балансовой стоимости приборной базы в текущем году.

<sup>9</sup> За исключением балансовой стоимости выбывшего научного оборудования уникальных научных установок.

<sup>10</sup> Указывается для центров коллективного пользования

| Развитие системы научной коммуникации и популяризации результатов исследований |                                                                                                         |   |     |       |       |      |      |       |      |       |      |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----|-------|-------|------|------|-------|------|-------|------|
|                                                                                |                                                                                                         |   |     | 2016  | 2017  | 2018 | 2019 | 2020  | 2021 | 2022  | 2023 |
| 1.                                                                             | Количество научных конференций (более 150 участников), в которых организация выступит(ла) организатором | I | ед. | 3     | 2     | 1    | 2    | 2     | 2    | 2     | 2    |
| 1.1.                                                                           | В том числе международных                                                                               | I | ед. | 2     | 1     | 0    | 1    | 1     | 1    | 1     | 1    |
| 2.                                                                             | Количество базовых кафедр в организациях высшего образования и научных организациях                     | I | ед. | 0     | 0     | 0    | 0    | 0     | 0    | 0     | 0    |
| 3.                                                                             | Количество научных журналов, выпускаемых организацией                                                   | I | ед. | 2     | 2     | 2    | 2    | 2     | 2    | 2     | 2    |
| 3.1.1.                                                                         | из них: индексируемых RSCI (Russian Science Citation Index)                                             | I | ед. | 2     | 2     | 2    | 2    | 2     | 2    | 2     | 2    |
| 3.1.2.                                                                         | индексируемых базами данных Web of Science и Scopus                                                     | I | ед. | 2     | 2     | 2    | 2    | 2     | 2    | 2     | 2    |
| Дополнительные показатели                                                      |                                                                                                         |   |     |       |       |      |      |       |      |       |      |
| 1.                                                                             | Уровень загрузки научного оборудования                                                                  | I | %   | 81.57 | 82.92 | 85.5 | 85.6 | 85.75 | 85.8 | 85.85 | 85.9 |
| 2                                                                              | Доля внешних пользователей научного оборудования                                                        | I | %   | 38.6  | 38.6  | 38.6 | 38.6 | 38.7  | 38.8 | 38.9  | 39.0 |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                      |   |     | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 3 | Доля исследований, проводимых под руководством молодых ученых в возрасте до 39 лет (включительно)                                                                                                                                                    | I | %   | 2,4  | 3,6  | 5,1  | 4,7  | 4,7  | 4,7  | 4,8  | 4,8  |
| 4 | Объем привлечения внебюджетных средств к проведению научно-исследовательских работ                                                                                                                                                                   | I | %   | 28.2 | 36.1 | 25.4 | 21.7 | 27.8 | 24.3 | 31.3 | 31.3 |
| 5 | Количество поданных заявок, в том числе в иностранных юрисдикциях на регистрацию объектов интеллектуальной собственности (изобретений, полезных моделей, программ ЭВМ)                                                                               | I | ед. | 14   | 11   | 9    | 5    | 17   | 17   | 17   | 17   |
| 6 | Количество результатов интеллектуальной деятельности, имеющих государственную регистрацию и (или) правовую охрану или находящихся в стадии оформления (в том числе заявок на патенты на изобретения)                                                 | I | ед. | 13   | 17   | 20   | 20   | 34   | 34   | 34   | 34   |
| 7 | Количество разработанных и переданных для внедрения в производство технологий, в состав которых входят объекты интеллектуальной собственности (изобретения, полезные модели, программы ЭВМ), исключительные права на которые принадлежат организации | I | ед. | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |           | 2016      | 2017     | 2018      | 2019       | 2020       | 2021       | 2022      | 2023       |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----------|-----------|----------|-----------|------------|------------|------------|-----------|------------|
| 8    | Объем внутренних затрат на исследования и разработки за счет всех источников в текущих ценах                                                                                                                                                                                            | I | тыс. руб. | 543 506.3 | 561076.9 | 557 859.8 | 654 657.93 | 777 550.88 | 952 424.59 | 739 631.6 | 739 601.45 |
| 9    | Процент обновления приборной базы ведущей организации за счет средств гранта в форме субсидии (Затраты организации на обновление приборной базы за счет средств гранта в форме субсидии за год, тыс.руб / Полная учетная стоимость научного оборудования на 01.01.2018, тыс. руб.*100%) | I | %         | 0         | 0        | 0         | 7.9        | 11.4       | 29.3       | 0         | 0          |
| 10   | Объем расходов на эксплуатацию обновляемой приборной базы, тыс.руб.                                                                                                                                                                                                                     | I | тыс. руб. | 0         | 0        | 0         | 12052.8    | 26324.1    | 55668.9    | 55668.9   | 55668.9    |
| 11   | Число публикаций, в изданиях, индексируемых в базе данных Web of Science Core Collection (WoS)                                                                                                                                                                                          | I | ед.       | 367       | 364      | 368       | 370        | 389        | 417        | 418       | 419        |
| 12   | Число публикаций в изданиях, индексируемых в базе данных Scopus                                                                                                                                                                                                                         | I | ед.       | 388       | 377      | 380       | 388        | 403        | 432        | 433       | 434        |
| 13   | Научно-образовательные и научно-исследовательские подразделения, созданные совместно со сторонними организациями, в том числе созданных                                                                                                                                                 | I | ед.       | 8         | 9        | 10        | 10         | 11         | 11         | 11        | 11         |
| 13.1 | научно-образовательных центров                                                                                                                                                                                                                                                          | I | ед.       | 7         | 8        | 8         | 8          | 8          | 8          | 8         | 8          |
| 13.2 | совместных лабораторий                                                                                                                                                                                                                                                                  | I | ед.       | 1         | 1        | 2         | 2          | 3          | 3          | 3         | 3          |

И.о. директора института,  
Д.ф.-м.н.



А.П. Носов