

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное учреждения науки  
Институт физики твердого тела Российской академии наук



УТВЕРЖДАЮ

Директор ИФТТ РАН

А.А. Левченко

«23» декабря 2019 г.

Программа развития

Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института физики твердого тела Российской академии наук

на 2019-2023 годы

г. Черноголовка  
2019 год

ПРОГРАММА РАЗВИТИЯ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ФИЗИКИ  
ТВЕРДОГО ТЕЛА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК на 2019 – 2023 годы

**РАЗДЕЛ 1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

1	Информация о научной организации	
1.1.	Полное наименование	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики твердого тела Российской академии наук
1.2.	Сокращенное наименование	ИФТТ РАН
1.3.	Фактический (почтовый) адрес	142432, Российская Федерация, Московская область, г. Черноголовка, ул. академика Осипьяна, д. 2.
2.	Существующие научно-организационные особенности организации	
2.1.	Профиль организации	1. Генерация знаний
2.2.	Категория организации	I категория
2.3.	Основные научные направления деятельности	- физика конденсированных сред и физическое материаловедение; - электронные, магнитные, электромагнитные, оптические и механические свойства кристаллических и аморфных материалов и нано- и мезо-структур на их основе; - спектроскопия твердых тел и твердотельных структур; - структура конденсированных сред, физика дефектов, рост кристаллов; фазовые равновесия, фазовые переходы, низкоразмерные структуры, нано - и мезоскопические структуры и системы, атомные и молекулярные кластеры; новые материалы и структуры; квантовые макросистемы и квантовые методы телекоммуникации; новые экспериментальные методы изучения и диагностики твердых тел и твердотельных нано - и мезо - структур; новые технологии твердотельных материалов и структур. Направления ИФТТ РАН соответствуют пунктам а), б), д) приоритетным направления развития науки Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 года № 642.

## **РАЗДЕЛ 2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ**

### **2.1. Цель Программы развития**

Получение новых фундаментальных знаний и укрепление лидирующих позиций в области физики конденсированного состояния и физического материаловедения, развитие и внедрение новых технологий, обеспечивающих процессы модернизации российской экономики, импортозамещение, повышение технологической независимости и безопасности государства, модернизация приборной и экспериментальной базы института, развитие кадрового потенциала науки, воспроизводство научных и научно-педагогических кадров, развитие ведущих научных школ, развитие международного научного и научно-технического сотрудничества в соответствии с национальными целями и стратегическими задачами развития Российской Федерации на период до 2024 года (Указ Президента Российской Федерации от 07 мая 2018 г. №204) , Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации (Указ Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642).

### **2.2. Основные задачи Программы развития**

2.2.1. Проведение исследований электронных, магнитных, электромагнитных, оптических и механических свойства кристаллических и аморфных материалов и нано- и мезо-структур на их основе;

2.2.2. Проведение исследований электронных явлений в полупроводниковых квантовых наноструктурах и создание быстродействующих и высокочувствительных матриц детекторов субтерагерцового диапазона, генераторов субтерагерцового излучения с высокой частотой модуляции мощности для развития скоростной связи в открытом пространстве, нового поколения радаров и цветных матричных TV-камер субтерагерцового диапазона;

2.2.3.. Проведение исследований, направленных на разработку новых эффективных систем квантовой криптографии для оптоволоконной связи и открытого пространства;

- 2.2.4. Проведение исследований в области возобновляемых источников энергии: солнечная энергетика и твердооксидные топливные элементы;
- 2.2.5. Проведение фундаментальных исследований, направленных на создание новых перспективных функциональных материалов для нано- и микроэлектроники, опто- и акустоэлектроники, фотоники;
- 2.2.6. Проведение фундаментальных исследований, направленных на поиск и синтез новых материалов – мемристоров, пригодных для создания нейроморфных систем;
- 2.2.7. Проведение фундаментальных и поисковых исследований, направленных на создание новых поколений жаропрочных материалов для нужд авиационной, космической и атомной промышленности, в том числе для развития технологий изготовления изделий из них на основе 3D аддитивных технологий;
- 2.2.8. Развитие новых технологий, производство новых материалов с целью их реализации на рынке малыми экспериментальными партиями: полупроводниковых кристаллов, детекторов излучения, тугоплавких материалов, кристаллов сапфира и др;
- 2.2.9. Укрепление материально-технической базы ИФТТ РАН, развитие новых современных методов исследований;
- 2.2.10. Развитие сотрудничества ИФТТ РАН с ведущими научными организациями.
- 2.2.11. Подготовка кадров высокой квалификации, развитие кадрового потенциала ИФТТ РАН.

Коллектив ИФТТ РАН высоко квалифицированный, творческий, умеющий достигать запланированные цели, поэтому внутренние риски невыполнения Программы развития отсутствуют. Основные риски могут быть связаны с существенным сокращением финансирования ИФТТ РАН из Программы «Наука», из научных фондов РФФИ, РНФ, ФПИ, Минобрнауки и из средств промышленных заказчиков. Определенные риски вносит сложность процедуры закупок оборудования и материалов для бюджетных учреждений, связанная с действующими законами о закупках, плохо подходящих для обеспечения эффективных научных исследований.

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

Научно-исследовательская Программа ИФТТ РАН разработана в соответствии со Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 01 декабря 2016 г. № 642 и поручением Президента Российской Федерации от 15 января 2017 г. № Пр-75 по ее реализации, Федеральным законом от 23 августа 1996 г. № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике», Стратегией национальной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 31 декабря 2015 г. № 683 и Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», Перечнем поручений по итогам заседания Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию, состоявшегося 27 ноября 2018 г., Федеральным законом Российской Федерации от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации».

#### **3.1. Ключевые слова**

Квантовые технологии, квантовая информатика, квантовая криптография, оптоэлектроника, терагерцовая связь, терагерцовые матричные приемники, сверхпроводимость, джозефсона, высокотемпературная сверхпроводимость, полупроводники, наноструктуры, наноэлектроника, нанофотоника, наноплазмоника, турбулентность, нелинейные системы, хаос, самоорганизация, нелинейные волны, вихри, спинтроника, низкие температуры, аморфные материалы, нанокристаллические материалы, гидриды, дефекты, дислокации, границы зерен, инженерия дефектов, высокие давления, солнечная энергетика, топливные элементы, керамики, жаропрочные материалы, жаропрочные композиты, топологические изоляторы, сильнокоррелированные электронные системы, мемристоры, резистивная память, нейроморфные системы, экситонные поляритоны, Бозе конденсат, фазовые переходы, шумовая спектроскопия, функциональные материалы, тугоплавкие металлы, рост кристаллов, аддитивные технологии для жаропрочных изделий, сцинтилляторы.

### 3.2. Аннотация научно-исследовательской программы

Исследования и разработки будут, в основном, вестись в рамках тех тем и направлений физики конденсированного состояния и физического материаловедения, в которых с учетом имеющегося у сотрудников ИФТТ РАН опыта, квалификации и научного задела, ИФТТ РАН или уже лидирует или имеет шансы занять лидирующие позиции. При этом отобраны наиболее актуальные научные направления, которые должны в среднесрочной (5-7 лет) и долгосрочной перспективе (до 10 лет) привести к научным результатам мирового уровня и созданию новых перспективных технологий, приборов и материалов.

Перспективными являются следующие направления:

Тема 1. "Когерентные состояния и фазовые превращения в жидких и твердых телах"

Научные исследования, посвященные установлению закономерностей связи структура – свойства, нелинейным явлениям в магнитных структурах, в волновых и вихревых системах.

Тема 2. "Физика, технология и инженерия дефектов перспективных материалов для альтернативных источников энергии, фотоэлектроники и сенсорики".

Научные исследования, направленные на развитие различных направления «инженерии дефектов» в полупроводниках, диэлектриках и ионных проводниках, разработку технологий новых материалов.

Тема 3. «Физика и технологии новых материалов и структур».

Основная цель работ по данной тематике – создание новых твердотельных объектов и поиск в этих объектах новых эффектов и явлений, которые расширяют наши представления о природе, и могут иметь интересные практические применения.

Тема 4. "Коллективные явления в электронных и экситонных системах в полупроводниковых наноструктурах".

Научные исследования ставят целью обнаружение новых фундаментальных закономерностей и новых эффектов, полезных для приложений, в полупроводниковых, сверхпроводящих и гибридных наноструктурах, а также в новом поколении объемных кристаллических соединениях с богатой электронной фазовой диаграммой.

Тема 5. "Новые функциональные материалы и структуры".

Научные исследования, посвящены изучению топологических поверхностных состояний, формирования наноструктур в композитных аморфно-кристаллических и многофазных кристаллических металлических материалах.

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

Основным предметом деятельности ИФТТ РАН является проведение фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований по избранным проблемам физики конденсированного состояния и физического материаловедения. Целью этих исследований является существенное расширение наших фундаментальных знаний о Природе в этих областях, а также создание на базе полученных результатов новых материалов и технологий в критически важных направлениях развития Российской промышленности и экономики.

При формировании предлагаемой научно-исследовательской программы ставилась задача сформулировать с учетом имеющихся кадров, их опыта, квалификации и развиваемых в Институте методик, такие направления исследований, которые были бы максимально актуальны и результативны и в которых ИФТТ РАН мог бы занять, или уже занимает лидирующие позиции в мировой науке.

Планируемые нами фундаментальные исследования лежат в русле следующих сформулированных приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации:

а) 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;

б) переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии;

д) противодействие техногенным, биогенным, социокультурным угрозам, терроризму и идеологическому экстремизму, а также киберугрозам и иным источникам опасности для общества, экономики и государства.

Планируемые исследования, несомненно, внесут вклад в обеспечение присутствия Российской Федерации в числе пяти ведущих стран мира, осуществляющих научные исследования и разработки в областях, определяемых приоритетами научно-технологического развития. Они также должны обеспечить получение новых научных результатов, необходимых для перехода страны к следующим технологическим укладам. В частности, некоторые из полученных результатов могут внести заметный вклад в развитие элементной базы электроники, оптоэлектроники и фотоники, технологий устойчивой и безопасной высокоскоростной передачи, обработки и хранения больших объемов данных и обеспечение информационной безопасности, развитие распределенной генерации энергии на основе твердооксидных топливных элементов и возобновляемых источников энергии на основе солнечных элементов.

Ученые ИФТТ РАН всегда активно проводили совместные научные исследования с зарубежными коллегами из многих ведущих научных центров мира. Предлагаемая научно-исследовательская программа учитывает этот опыт международного сотрудничества и предполагает дальнейшее его расширение и разумную интеграцию ИФТТ РАН в мировое научное пространство тех областях, где это целесообразно. Программа предполагает полноценное участие ученых и исследовательских групп ИФТТ РАН в международных программах и проектах.

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

В 20 и 21 веках физические науки определяют уровень и направление технологического прогресса. Особо нужно отметить науку о полупроводниках, результаты которой определили современный уровень электроники и отразились кардинальным образом на жизни каждого человека. В настоящее время продолжается уменьшение масштабов элементов микроэлектронике и уже наметился переход на уровень 7 нм, где квантовые существенны. В мире особенно интенсивно проводятся исследования в области физики низкоразмерных электронных систем, нанофотоники, террагерцовой спектроскопии. В области материаловедения нужно выделить создание новых композитных материалов и

высотемпературных сплавов для работы в экстремальных условиях. Фундаментальные и прикладные исследования в области физики конденсированных состояний и физического материаловедения проводятся в ИФТТ РАН на уровне лучших мировых стандартов. В некоторых областях ИФТТ РАН занимает лидирующее положение.

Актуальность планируемых исследований оценивается нами высоко как с точки зрения возможности получения действительно новых и интересных знаний о Природе, так и с точки зрения их перспектив для развития Российской Федерации. Об актуальности и высоком качестве проводимых в ИФТТ РАН работ говорит, например, тот факт, что все основные результаты Института публикуются в ведущих физических журналах, индексируемых в WoS. Число статей, ежегодно публикуемых ИФТТ РАН в журналах, индексируемых в WoS, превышает число научных сотрудников ИФТТ РАН, причем около половины этих журналов относятся к Q1 и Q2. Средний индекс цитируемости статей ИФТТ РАН за последние 20 лет по данным WoS превышает 12, что также говорит об актуальности и высоком уровне проводимых в ИФТТ исследований. ИФТТ РАН. Судя по публикационной активности (В 2018 г. 50% статей опубликованы в высокорейтинговых журналах 1 и 2 квартиле), ИФТТ РАН является признанным лидером в области физики низко размерных электронных систем, квантовой криптографии и квантовых вычислениях, нелинейных волновых, спиновых, коллективных явлений в конденсированных средах, жаропрочных и жаростойких материалов, твердооксидных топливных элементов, роста кристаллов и др. ИФТТ РАН планирует увеличить на 19% в 2023 году количество публикаций по приоритетным направлениям научно-технического развития Российской Федерации, опубликованных исследователями ИФТТ РАН, в изданиях, индексируемых в международных базах данных. В ИФТТ РАН в 2017 году опубликовано 227 статей индексируемых базой WoS, что составляет 1.06 статью на одного научного сотрудника в основном экспериментатора (исследователя). Потенциал роста практически исчерпан, возможно увеличение публикационной активности до 270 статей в 2023 г. (базах данных WoS+Scopus – 280), т.е. до 1.25 статьи на одного научного сотрудника. При этом в 2020 г. – 253 статьи, в 2021 году 260 статей.

Многие исследования проводятся в сотрудничестве с ведущими российскими и зарубежными организациями. Среди них: Физико-технический институт А.Ф. Иоффе РАН, Физико-технологический институт РАН (ФТИАН), Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова (МГУ), Институт общей физики им. А.М.Прохорова РАН (ИОФ РАН), Институт физических проблем им. П.Л.Капицы РАН (ИФП РАН), ИПФ РАН, ИФП СО РАН, Университет ИТМО, ИПТМ РАН, НИИМЭ, Gottingen University, Manchester University, Lancaster University, Stuttgart Max-Planck Institute, Институт физики НАНА, и т.д. Около 220 научных сотрудников в 2013 – 2017 г.г. ИФТТ РАН выезжали в зарубежные научные организации на различные сроки для проведения совместных научных исследований. А ИФТТ РАН за эти годы принял более 160 иностранных ученых и специалистов.

Институт постоянно участвовал и участвует по настоящее время в совместных исследованиях в рамках Международных грантах РФФИ с Францией, (1.Университет г. Анже, 2.Институт нанонаук CNRS, Париж), Италией (Институт нанонаук CNR, г.Пиза), Белоруссией, Украиной (1.Институт монокристаллов НАНУ, 2.Институт проблем материаловедения НАНУ, 3.Институт металлофизики НАНУ, 4.Черкасский госуниверситет), Институт физики НАНА. Несомненно, что заявленная программа исследований будет выполнена при условии развития приборной базы института.

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

Основным итогом реализации научно-исследовательской Программы, будет, прежде всего, дальнейшее расширение наших знаний о Природе и развитие фундаментальной науки. При этом будут созданы новые твердотельные объекты и произведен поиск в этих объектах новых эффектов и явлений, которые не только углубят наши представления о Природе, но и будут иметь интересные практические применения. В частности:

- Будет изучено влияние электрон-электронного взаимодействия на свойства двумерных электронных систем в гетероструктурах с сильным электрон-электронным взаимодействием как в равновесных условиях, так и при воздействии микроволнового излучения.
- Будут созданы и исследованы новые электронные системы на основе полупроводниковых нанопроводов и новых субмикронных тонкопленочных структуры с целью разработки новых элементов цифровой и квантовой логики и элементов спинтроники.
- Будет экспериментально исследовано влияние краевых состояний в топологически нетривиальных системах на процесс переноса заряда, разработаны топологически нетривиальные гибридные наноструктуры сложной геометрии, исследована взаимосвязь между кристаллической структурой поверхности и свойствами ее электронной системы, в частности топологических поверхностных состояний слоистых систем, узкозонных полупроводников и полуметаллов.
- Будут исследованы свойства плазменных волн в новых полупроводниковых гетероструктурах на основе GaN/AlGaN и ZnO/MgZnO и будут сделаны выводы о возможности создания быстрых детекторов и модуляторов микроволнового излучения и будут реализованы прототипы скоростных приборов телекоммуникации на несущей частоте 100 – 200 ГГц, которые будут обеспечивать скорость передачи информации до 50 Гбит в секунду.
- Будет исследовано распространение и поглощение электромагнитного излучения в гибридных наноструктурах на основе тонкопленочных сверхпроводящих наноструктур с целью разработки высокоэффективных гибридных устройств нелинейной фотоники.
- Будут исследованы эффекты сосуществования сверхпроводимости и ферромагнетизма в искусственных гибридных структурах и магнитных сверхпроводниках, а также эффекты близости и сильных электронных корреляций в системах с оксидными интерфейсами.
- Будет изучена конкуренция между распадом и формированием твердого раствора, а также формирование и эволюция фаз высокого давления в металлических сплавах под действием гигантской пластической деформации и при высоком давлении.

- Будут развиты различные направления «инженерии дефектов» в полупроводниках, диэлектриках и ионных проводниках. Это позволит целенаправленно модифицировать в широких пределах электронные и другие свойства материалов, что чрезвычайно важно для многих практических применений.
- Будут получены и исследованы нанопотонные структуры на основе жидких кристаллов с требуемыми оптическими и спектральными характеристиками, исследованы структуры и динамики двумерных жидкокристаллических наноплёнок и процессы самоорганизации в них.
- Будут установлены механизмы взаимодействия волновых и вихревых систем на поверхности классической и квантовой жидкостей, изучены закономерности формирования и распада когерентных вихрей, определены механизмы формирования прямых и обратных каскадов энергии в вихревой системе.
- Будут установлены закономерности релаксации и нелинейной динамики неоднородных спиновых структур – доменных границ, вихрей-антивихрей, скирмионов и т.п., содержащихся в ферромагнитных слоистых гетероструктурах.
- Будут разработаны и созданы новые нанокристаллические материалы, обладающие высокими магнитными и прочностными характеристиками, определены фундаментальные закономерности эволюции их структуры при внешних воздействиях, определены механизмы влияния состава и структуры многокомпонентных наноматериалов на их поведение при деформационных, радиационных и химических воздействиях.

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

В процессе планируемых исследований будут получены результаты, имеющие существенное практическое значение: Развитие компонентной базы и устройств оптоэлектроники, наноэлектроники, криоэлектроники, нанофотоники и радиофотоники;

Развитие высокоскоростных квантовых коммуникаций как по волокну, так и в открытом пространстве;

Разработка новых конструкционных материалов и технологий создания изделий из них (включая 3D –печать);

Развитие технологий и создание соответствующих компонентов и устройств, для альтернативной энергетики, прежде всего, для топливных элементов и солнечных элементов;

Разработка новых жаропрочных конструкционных материалов и технологий для создания изделий и покрытий для реактивных и турбореактивных двигателей, высокотемпературных печей, реакторов, и т.д.

Таким образом, результаты исследований могут быть востребованы микроэлектронной промышленностью, предприятиями приборостроения, предприятиями средств связи, радиолокации и радиовидения, систем безопасности, авиационной и космической промышленностью, и т.д.

В настоящее время потребителями и заказчиками результатов исследований ИФТТ РАН являются КАМАЗ, ОАО "Полема", АО "Композит", ФГУП ЭЗАН, организации Консорциума «Перспективные материалы и элементная база информационных и вычислительных систем» (ООО Микрон, НИИМА "Прогресс", НИИ ЦПВ, ЭЗАН, ТРИНИТРИ, ), ВИАМ, ФГУП "ЦИАМ им. П.И. Баранова", НИИСК им. В.П. Бармина, ВНИИА им. Н.Л. Духова, L'OREAL SA, Freiburg Materials Research Center, OHV System AG и другие крупные предприятия и организации в РФ и за рубежом.

Программа развития предусматривает расширение кооперации с имеющимися потребителями и заказчиками, а также дальнейшее развитие связей с организациями Роскосмоса, Росатома, ОАК, ОДК, компаниями металлургической, станкостроительной, машиностроительной отраслей, предприятиями электронной промышленности.

#### **РАЗДЕЛ 4. РАЗВИТИЕ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ОРГАНИЗАЦИИ**

В ИФТТ РАН работает около 210 научных сотрудников. Средний срок службы ученого составляет 40 лет, поэтому для нормального воспроизводства научного коллектива необходимо ежегодно принимать на работу не менее 5-ти кандидатов наук. С этой целью в институте формируется эффективная система подготовки кадров.

Подготовка кадров высокой квалификации ведется в ИФТТ РАН по нескольким направлениям: на базовых кафедрах и в собственной магистратуре и аспирантуре.

Образовательный процесс студентов в бакалавриате базовых кафедр Университетов начинается с 3 третьего года обучения, затем обучение проходит в магистратуре, и на последнем этапе идет подготовка в аспирантуре базовых кафедр и ИФТТ РАН. Для успешного процесса подготовки кадров высокой квалификации в ИФТТ РАН функционируют:

1. Кафедра "физики твердого тела". Московский физико-технический институт (государственный университет). Кафедра организована в 1964 году, зав. кафедрой чл.-корр. РАН В.В. Кведер, направление подготовки – 001600 - прикладная математика и физика. Кафедра готовит специалистов в области физики конденсированного состояния.
2. Базовая кафедра «физика конденсированного состояния» физического факультета Национального исследовательского университета «Высшей школы экономики», зав. кафедрой чл.-корр. РАН В.Д. Кулаковский, направление подготовки – 010400 - физика. Кафедра готовит специалистов в области физики конденсированного состояния.
3. Филиал кафедры Физической химии НИТУ МИСиС при ИФТТ РАН . Зав. филиалом - проф. д.ф.-м.н. Э.В. Суворов. Направление подготовки - 010400 - прикладная математика и информатика. Кафедра готовит специалистов в области материаловедения.
4. Базовая кафедра «Высоких технологий и физических методов исследования материалов» Астраханского государственного университета. Кафедра организована в 2014 г., зав. кафедрой д.ф.-м.н. А.А. Левченко, направление подготовки – 010600 - прикладная математика и физика. Кафедра готовит специалистов в области физики конденсированного состояния.

С 2019 года в ИФТТ РАН начинают проходить практику студенты МВТУ им. Баумана. Планируется, что в будущем будет открыта базовая кафедра.

ИФТТ РАН имеет лицензию на право ведения образовательной деятельности по программам магистратуры и аспирантуры, имеет свидетельство о государственной аккредитации сроком действия до 26.12.2024 г., имеет контрольные цифры приема (КЦП).

5. Магистратура открыта в ИФТТ РАН В 2016 году по направлению 28.04.04 «Наносистемы и наноматериалы», с 2018 производится регулярный набор в очную магистратуру на бюджетные места, по 6 на каждом курсе. Лекции для студентов читают ведущие ученые, сотрудники института.

6. Аспирантура в ИФТТ действует с момента образования института. На сегодняшний день в аспирантуру производится набор по специальностям 01.04.07 «Физика конденсированного состояния», 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов», 02.00.04 «Физическая химия». Обучение в аспирантуре для очной формы составляет 4 года, для заочной – 5 лет. Ежегодно в аспирантуру зачисляется 7 человек. За последние 10 лет аспирантуру ИФТТ РАН закончили 50 человек, из них 40 защитили кандидатские диссертации.

7. В институте функционирует Диссертационный совет Д 002.100.01 по защите диссертаций по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния. Доля аспирантов, защитивших диссертации, в срок к 2023 году составит не менее 30%.

Ежегодно в стенах ИФТТ РАН обучаются и выполняют научные исследования более 50 студентов и аспирантов. Продолжают обучение в магистратуре и аспирантуре ИФТТ РАН выпускники Астраханского государственного университета, Томского Политехнического Университета, МГТУ им. Баумана, Московского государственного областного университета, МГУ и др.

Создаваемая в ИФТТ РАН система образования требует постоянного внимания со стороны дирекции и Ученого совета. Для координации учебных процессов при дирекции создан Учебный совет.

Имеющаяся система подготовки кадров высокой квалификации позволит увеличить число научных сотрудников до 222 человек в 2023 году без ущерба для качества научных исследований. Под такое количество научных сотрудников организованы рабочие места, исходя из количества имеющегося и приобретаемого оборудования.

## **РАЗДЕЛ 5. РАЗВИТИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОРГАНИЗАЦИИ**

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

Научно-исследовательская инфраструктура ИФТТ РАН состоит из двух основных составляющих – приборной базы научно-исследовательских подразделений и оборудования технических служб, обеспечивающих функционирование инфраструктуры института в целом.

Сформированная инфраструктура, в плане назначения и областей применения приборов и оборудования, формально соответствует научно-исследовательской программе института. Институт располагает 4367 единицами машин и приборов, полная учетная стоимость которых составляет 1034364,5 тыс. руб.

Однако доля оборудования (в процентах от учетной стоимости) с возрастом более 20 лет составляет 21,1 %, а с возрастом 11-20 лет – 33,8 %. То есть не менее половины имеющихся машин и приборов устарела как физически, так и морально. Износ оборудования в ряде случаев практически полный. Такая ситуация отрицательно сказывается как на объеме выполняемых исследований, так и на уровне проводимых работ. С каждым годом институту, являющемуся известным исследовательским центром в стране и в мире, все сложнее поддерживать высокую репутацию, завоеванную передовым, а в ряде направлений – пионерским уровнем фундаментальных и прикладных исследований. Приобретение отдельных не дорогих приборов за счет средств конкурсного финансирования не решает проблему острой нехватки современного инструментария.

В ИФТТ РАН работает 17 научных лабораторий, которые проводят исследования в различных направлениях, в частности: сильно коррелированные электронные системы и квантовые технологии; нелинейные явления, самоорганизация, фазовые переходы и дефекты в конденсированных средах; проводящие системы пониженной размерности и нетривиальной топологии, поверхностные состояния, взаимодействие и корреляции как основа для перспективных направлений функциональной микроэлектроники; функциональные материалы и структуры – разработка технологий и оборудования для

создания новых функциональных материалов и структур, исследования их свойств, разработка и создание приборов и устройств на основе новых функциональных материалов.

В ИФТТ РАН успешно функционирует Распределенный центр коллективного пользования (РЦКП), созданный с целью развития методического принципа обеспечения исследований, предполагающего использование имеющегося парка научного и технологического оборудования для решения научных задач во всех научно-исследовательских подразделениях института. Основное направление деятельности центра - повышение эффективности совместного использования уникального аналитического, испытательного и технологического оборудования в фундаментальных и прикладных исследованиях, определенных приоритетными направлениями развития науки, технологий и техники РФ. Важной задачей РЦКП также является участие в научно-образовательной деятельности по подготовке высококвалифицированных кадров, способных проводить научно-исследовательские, опытно-конструкторские и опытно-технологические работы с использованием современного научного оборудования и передовых методов физического материаловедения. Обновление материальной базы РЦКП – важный механизм развития научно-исследовательской инфраструктуры ИФТТ РАН.

Сложная инфраструктура научно-исследовательских подразделений института не может функционировать без технических служб, обеспечивающих слаженную работу всех подразделений ИФТТ РАН. Современное научное оборудование предъявляет высокие, в большинстве случаев, - специальные требования к системам обеспечения его электроэнергией, оборотной и деионизованной водой, эксплуатационными газами и криогенными жидкостями. Эффективное использование современного научного оборудования возможно только при своевременном, предпочтительно – опережающем обновлении машин и оборудования инфраструктурных подразделений. В ИФТТ РАН имеется опытное производство, которое обеспечивает лаборатории необходимыми методами обработки материалов.

Очевидно, что машины, оборудование и приборный парк ИФТТ РАН нуждаются в обновлении, причем примерно 50 % из них - в срочной замене на современную технику.

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

Основные направления развития научно-исследовательской инфраструктуры ИФТТ РАН по существу задаются сферой деятельности института.

### **ИФТТ РАН требуется обновление машин, оборудования и приборного парка для:**

- проведения фундаментальных научных исследований в области избранных направлений физики конденсированного состояния и физического материаловедения на мировом уровне;
- создания на базе полученных результатов новых материалов и технологий в критически важных направлениях развития Российской экономики;
- интеграции науки и образования и подготовки научных кадров на мировом уровне за счет осуществления комплекса мер по привлечению талантливой молодежи в науку, развития при ИФТТ РАН академической магистратуры и аспирантуры, совершенствование и дальнейшее развитие имеющихся при ИФТТ РАН базовых кафедр ведущих вузов РФ.

### **Механизмами развития научно-исследовательской инфраструктуры ИФТТ РАН являются:**

- обновление приборной базы научно-исследовательских подразделений;
- обновление приборной базы Центра коллективного пользования;
- обновление машин и оборудования технических служб, в первую очередь электрохозяйства, криогенно-газовой службы, подразделений пробоподготовки и создания (изготовления) образцов для исследований.

Обновление базы научно-исследовательских подразделений предусматривает приобретение новых приборов, предназначенных для работы коллективов научных сотрудников в избранных направлениях исследований.

Основные виды оборудования и приборов для перечисленных целей, это:

- установки для роста кристаллов полупроводников и диэлектриков;
- оборудование для плавки и обработки металлов, нанесения металлических пленок;

- приборы криогенной техники (криостаты, рефрижераторы растворения и замкнутого цикла);
- приборы для дифференциального термического анализа, термогравиметрии, дифференциальной сканирующей калориметрии;
- приборы для определения электрофизических характеристик материалов;
- оборудование для пробоподготовки к физико-химическим методам анализа;
- приборы для оптической и инфракрасной микроскопии, профилометрии, оптические, лазерные и рентгеновские гониометры;
- техника высокого вакуума (диффузионные, турбомолекулярные и гетероионные насосы);
- мельницы, дробилки, анализаторы размеров микро- и нанопорошков;
- микро- и нанотвердомеры.

Основные виды оборудования для обновления материально-технической базы РЦКП:

- сканирующие и просвечивающие электронные микроскопы, туннельные, атомно- и магнитосиловые микроскопы и манипуляторы;
- рентгеновская техника для структурного и фазового анализа;
- масс-спектрометры, энерго- и волнодисперсионные рентгеновские микроанализаторы;
- системы магнитных измерений;
- спектрометры, спектрофотометры, Фурье-спектрометры для исследования проб в различном агрегатном состоянии в диапазоне длин волн 0,18 – 50,0 мкм;
- техника спектроскопии комбинационного рассеяния света (спектрометры, микроскопы);
- лазерная техника;
- оборудование для механических испытаний материалов в диапазоне температур 20 – 1600 градусов Цельсия.

Основные виды оборудования для обновления общей инфраструктуры института:

- оборудование чистых комнат;
- оборудование для литографических и других методов создания гетеро- и наноструктур, изделий с пониженной размерностью;
- станочный парк для механической и оптической обработки широкого ряда металлов, сплавов, кристаллов и аморфных материалов;
- оборудование для электродуговой, газовой и ультразвуковой сварки;
- силовые электрические трансформаторы;
- вентиляционное оборудование приточных и вытяжных систем воздухообмена, техника климат-контроля;
- криогенное оборудование для ожижения гелия, гелиевые течеискатели;
- грузоподъемные устройства и автотранспорт.

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

ИФТТ РАН планирует укреплять сотрудничество с отечественными и международными организациями: научными институтами Минобрнауки, национальными исследовательскими центрами, университетами, корпорациями, предприятиями Росатома, Роскосмоса и др. Сотрудничество будет осуществляться, в основном, в виде совместных исследовательских проектов, грантов со следующими организациями:

Федеральным государственным бюджетным учреждением науки «Физико-технический институт А.Ф. Иоффе Российской академии наук»,

Федеральным государственным бюджетным учреждением науки «Физико-технологический институт Российской академии наук»,

Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»,

Федеральным государственным бюджетным учреждением науки «Институт общей физики им. А.М.Прохорова Российской академии наук»,

Национальным исследовательским ядерным университетом «МИФИ»

Национальным исследовательским технологическим университетом МИСИС,

Государственным авиационным технологическим университетом (Уфа),

Всероссийский институт авиационных материалов (ВИАМ)

ООО «Полема»

Федеральным государственным бюджетным учреждением науки «Институт структурной макрокинетики» Российской академии наук.

Национальным исследовательским университетом «МФТИ»

Федеральным государственным бюджетным учреждением науки «Институт проблем химической физики» Российской академии наук.

ООО «InEnergy»

Федеральным государственным бюджетным учреждением науки «Институт катализа» СО Российской академии наук.

Karlsruhe Institute of Technology ( Germany),

WPI Advanced Institute for Materials Research, Sendai, Japan,

San Sebastian University, Spain

Lancaster University, UK

Manchester University, UK

Institute of physics, NASA, Azerbaijan

ИФТТ РАН планирует повышение публикационной активности сотрудников в научных журналах, индексируемых в международных базах цитирования Web of Science и Scopus. Для этой цели в институте будет:

- совершенствоваться система стимулирующих надбавок научных сотрудников;
- совершенствоваться возможности электронной библиотеки по физике конденсированных состояний и физическому материаловедению, постоянное обновление данных, обеспечение электронного доступа в научную базу данных всех публикаций сотрудников ИФТТ, доступа к полным текстам статей этих информационных ресурсов, ведение электронных баз данных по публикационной активности сотрудников ИФТТ РАН;
- выполняться мониторинг основных показателей публикационной активности силами информационно-библиотечного отдела ИФТТ РАН.

В ИФТТ РАН будут направлены усилия на развитие системы популяризации результатов собственных научных достижений.

С этой целью будут использованы все доступные на данный момент публичные механизмы, обеспечивающие доступ к информации по фундаментальным и прикладным результатам, полученным в ИФТТ РАН:

- на сайте Института, путём размещения информации о лучших работах, рассмотренных Учёным советом ИФТТ РАН;
- в печати, путём сотрудничества с журналистами местных и региональных изданий, для представления информации о научных разработках ИФТТ РАН на основных электронных площадках, включая тематические группы в социальных сетях;
- в выступлениях на отечественных и международных конференциях;
- в обзорных и тематических докладах в других научных и образовательных организациях, а также на предприятиях РФ;
- совершенствование дизайна сайта ИФТТ РАН.

ИФТТ РАН будет стимулировать участие сотрудников ИФТТ РАН в экспертных советах РАН, РНФ, РФФИ и других экспертных советах;

ИФТТ РАН продолжит поддерживать научные журналы, учредителем которых он является, в первую очередь, увеличением количества научных статей, направляемых сотрудниками института:

«Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования»;

«Композиты и наноструктуры», а также в научный бюллетень ПЕРСТ – регулярный обзор достижений в области физики конденсированного состояния.

ИФТТ РАН продолжит проводить регулярные научные мероприятия: Всероссийская конференция с международным участием "Топливные элементы и энергоустановки на их основе"; Международная конференция памяти академика Г.В.Курдюмова "Фазовые превращения и прочность кристаллов"; Научно-практический семинар "Актуальные проблемы физики конденсированных сред". ИФТТ РАН принимает активное участие в проведении совместных конференций и «дружественными организациями» Отделения физических наук, а также с другими организациями (МИСиС, НИИ ЧЕРМЕТ).

## **РАЗДЕЛ 7. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ**

Линейно-функциональная схема управления закреплена Уставом ИФТТ РАН.

### **Органы управления и их полномочия.**

Директор ИФТТ РАН – организует работу управлением институтом, отвечает перед Минобрнауки за выполнение гос. задания, принимает и увольняет сотрудников.

Дирекция ИФТТ РАН – консультативный орган при директоре, в который входят заместители директора, научный руководитель ИФТТ РАН и ученый секретарь ИФТТ РАН.

Ученый совет ИФТТ РАН – принимает решения в рамках компетенций, определенных Уставом ИФТТ РАН. Выдвигает кандидатов на должности директора. Руководит работой Совета директор ИФТТ РАН.

Общее собрание научных сотрудников - принимает решения в рамках компетенций, определенных Уставом ИФТТ РАН.

Вносит изменения в Устав ИФТТ РАН.

Собрание работников ИФТТ РАН – избирает директора ИФТТ РАН.

Профсоюзная организация ИФТТ РАН – представляет коллектив работников ИФТТ РАН.

Учебный совет – координирует научно-образовательную деятельность в ИФТТ РАН

Планируется развитие структуры, отвечающей за инновационную деятельность и повышение инвестиционной привлекательности сферы исследований и разработок ИФТТ РАН. Совершенствование системы управления будут связаны с подбором квалифицированных кадров и с разграничением обязанностей между службами с целью повышения результативности работы института в целом.

#### **Администрация: характеристика и их функционал**

Директор – организует и руководит работой института

Заместители директора – исполняют обязанности в соответствии с полномочиями, определенными директором. Действуют на основании доверенности директора ИФТТ РАН.

Ученый секретарь – организует работу Ученого совета ИФТТ РАН, исполняет обязанности в соответствии с полномочиями, определенными директором.

Руководители подразделений (лабораторий) – организуют научные исследования.

Главный бухгалтер – организует работу по учету и соблюдение финансовой политики.

Начальник отдела кадров – организует работу с кадрами.

Начальник планового экономического отдела - организует работу по планированию и оперативному учет средств.

Главный инженер – организует работу технических служб ИФТТ РАН.

#### **Научное и методическое руководство (взаимодействие с РАН)**

В соответствии с Уставом ИФТТ РАН научно-методическое руководство деятельностью института осуществляет Отделение физических наук Российской академия наук, участвует в формировании гос. задания, участвует в оценке результативности деятельности института. Связь с ОФН РАН осуществляют члены РАН, работающие в ИФТТ РАН.

Проекты и отчеты института проходят экспертную оценку в ОФН РАН. Являясь экспертами около 25 сотрудников института по заданию ОФН РАН, выполняют экспертные оценки проектов и отчетов других организаций.

## **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.**

### **I. Развитие научной и научно-производственной кооперации.**

ИФТТ РАН планирует расширять свое участие в различных объединениях (консорциумах) научных, образовательных и производственных организаций, в том числе:

1. В Консорциуме «Перспективные материалы и элементная база информационных и вычислительных систем» на базе НИИМЭ;
2. В Консорциум « Центр квантовых технологий» на базе МГУ;
3. В Научно-образовательном центре «Новые и мобильные источники энергии» (в случае победы в конкурсе) на базе ИПХФ РАН;
4. В Научно-образовательном центре « Цифровые и интеллектуальные производственные технологии» (в случае победы в конкурсе) на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Липецкий государственный технический университет»;
5. ИФТТ РАН продолжит сотрудничество с МФТИ в рамках программы «Арктика»;
6. ИФТТ РАН продолжит сотрудничество с «Камазом»;
7. ИФТТ РАН продолжит сотрудничество с ОАО «Полема»;
8. ИФТТ РАН планирует заключить договор с МГОУ о подготовке кадров высокой квалификации;
9. ИФТТ РАН и МГТУ им. Баумана заключили и планируют реализовать договор о прохождении студентами практики в лабораториях института.

## **II. Развитие передовой инфраструктуры для проведения исследований и разработок в ИФТТ РАН.**

### **Задача 1: Обновление не менее 50 процентов приборной базы ИФТТ РАН, выполняющего научные исследования и разработки.**

По состоянию на 01.01.2019 года балансовая стоимость оборудования стоимостью более 20000 руб. составляет 880 млн руб. Существенно, что более половины приборов имеют возраст 5 и более лет. Их балансовая стоимость составляет 780 млн. руб. Планируется к 2023 году в рамках национального проекта «Наука» обновить приборную базу ИФТТ РАН не менее, чем на 40%. Для обновления приборной базы на 50 процентов потребуется не менее 390 млн. руб. (без учета инфляции):

### **Задача 2: Развитие передовой инфраструктуры научных исследований и разработок, инновационной деятельности, включая создание и развитие сети уникальных установок класса «мегасайенс».**

Институт планирует обновление и расширение приборной и методической базы исследований. Среди первоочередных приборов, которые планируется приобрести:

Рентгеновский дифрактометр для анализ тонких пленок;

Рефрижератор растворения для экспериментов при низких температурах,

Испытательные машины для тестирования новых материалов;

Спектрофотометр Hitachi UN4150 для исследования полупроводников детекторов.

1. Более 50% статей по приоритетным направлениям научно-технологического развития будут опубликованы в журналах первого и второго квартале, индексированных в международных базах данных в 2023 году, подготовленных с использованием результатов, полученных передовой инфраструктурой научных исследований и разработок ИФТТ РАН.

2. Будет увеличено количество статей ИФТТ РАН в изданиях, индексируемых в международных базах данных WoS и Scopus: в том числе в 2020 году на 7%, в 2021 – на 14%, в 2022 г. – 16.5%, в 2023 году - не менее, чем на 19% по отношению к 2017 году.
3. Доля внешних заказов на услуги ЦКП ИФТТ РАН нарастающим итогом будет увеличена до 50 процентов, в том числе: в 2022 году - не менее 35 процентов; в 2023 году - не менее 42 процентов. Не следует доводить долю внешних заказов выше 50%, так как в этом случае будет нанесен ущерб исследованиям, проводимым в ИФТТ РАН.
4. Доля внебюджетных средств в общем объеме средств на исследования и разработки ИФТТ РАН в 2023 году увеличится до 35% от общего финансирования.

### **III. Развитие кадрового потенциала в сфере исследований и разработок**

1. Будет создана 1 лаборатория, руководство которой осуществляет молодой перспективный исследователь (при условии финансовой поддержки Минобрнауки).
2. Получено до 2024 года не менее 10 научных проектов по приоритетным направлениям научно-технологического развития, руководство которыми осуществляют молодые перспективные исследователи.
3. Количество обучающихся в аспирантуре по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в 2023 году составит не менее 27 человек.
4. Доля аспирантов, закончивших аспирантуру с защитой диссертации, в 2023 году составит не менее 30% от общего числа выпускников аспирантуры.
5. Доля диссертаций, по теме которых опубликовано не менее 2 публикаций в изданиях первой, второй и третьей квартили, индексируемых в международных базах данных, составляет не менее 30%.

6. Количество подготовленных руководителей научных проектов и научных лабораторий составит не менее 10 человек.
7. Один сотрудник, включенный в кадровый резерв руководителей ИФТТ РАН, пройдет к 2023 году обучение по программе подготовки управленческих кадров.
8. Доля исследователей в возрасте до 39 лет в общей численности исследователей ИФТТ РАН составит 48% в 2023 году.
9. Доля исследований, проводимых под руководством молодых ученых в возрасте до 39 лет в 2023 г. составит 34%.
10. Полная учетная стоимость, подлежащей списанию приборной базы за срок реализации программы составит не менее 6500 тыс. руб.
11. Объем расходов на эксплуатацию обновляемой части приборной базы составит до 2023 года 23800 тыс. руб.
12. Источником обеспечения обновлений приборной базы института являются субсидии в форме гранта Минобрнауки России.
13. Полная учетная стоимость приборной базы, которую планируется приобрести за 2019-2021 годы составит 220 млн.руб.
14. Полная учетная стоимость приборной базы ИФТТ РАН на 01.01.2018 составляла 845189 тыс. руб.
15. Объем предоставляемой субсидии - лимит на обновление – составит в 2019 году 73179937.00 руб.
16. Целевые показатели ИФТТ РАН, которые необходимо достичь при реализации программы обновления приборной базы в 2020-2021 годах:
  - процент обновления приборной базы за счет средств гранта в форме субсидии – 8.28%;
  - доля внешних пользователей научного оборудования – 20.7%;
  - уровень загрузки научного оборудования – 91.00%.
17. Использование приобретаемого оборудования повысит научный уровень и значимость работ, выполняемых в рамках проектов, являющихся основой Программы развития ИФТТ РАН, будет увеличено количество публикаций в ведущих научных журналах по приоритетным направлениям научно-технического развития Российской Федерации, будет

увеличено количество аспирантов, обучающихся в ИФТТ РАН, количество грантов, привлекаемыми молодыми исследователями. Достижение заявленных значений целевых показателей, несомненно, будет находится в рамках Задач нацпроекта «Наука» и будет способствовать ее выполнению.

## РАЗДЕЛ 9. ФИНАНСОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ ИФТТ РАН.

Финансовое обеспечение Программы развития ИФТТ РАН будет осуществляться за субсидий на финансовое обеспечение выполнения государственного задания из федерального бюджета, субсидий в форме гранта на обновление приборной базы, субсидий, предоставляемых на образовательную деятельность магистратуры и аспирантуры, поступлений от оказания услуг (выполнения работ) на платной основе и от иной приносящей доход деятельности, в том числе гранты научных фондов.

Таблица 1.

№	Показатель	Единица измерения	2017 год	Отчетный период 2018 год	Значение				
					2019 год	2020 год	2021 год	2022 год	2023 год
1.	Общий объем финансового обеспечения Программы развития <sup>1</sup>	тыс. руб.	412318	544454	598948	575307	584187	589461	594594
	Из них:								
1.1.	субсидии на финансовое обеспечение выполнения государственного задания из федерального бюджета	тыс. руб.	241151	353097	347770	336449	333859	333859	333859
1.2.	субсидии на финансовое обеспечение выполнения государственного задания из бюджета Федерального фонда	тыс. руб.	0	0	0	0	0	0	0

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

