

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ливанов Дмитрий Викторович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 16.10.2023 15:25:17  
Уникальный программный ключ:  
c6d909c49c1d2034fa3a0156c4eaa51e7232a3a2

Утверждена решением  
Ученого совета МФТИ  
от 29 июня 2023 г.  
(протокол № 01/06/2023)

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**Уровень высшего образования  
МАГИСТР**

**Направление подготовки  
03.04.01 ПРИКЛАДНЫЕ МАТЕМАТИКА И ФИЗИКА**

**Направленность (профиль)  
ФИЗИКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ: АЛЬТЕРНАТИВНАЯ  
ЭНЕРГЕТИКА, НАУЧНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ И  
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**Год начала обучения по образовательной программе  
2023 г.**

Основная образовательная программа высшего образования по направлению подготовки 03.04.01 Прикладные математика и физика, направленность (профиль) Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы, реализуемая в МФТИ, представляет собой комплекс основных характеристик образования (объем, содержание, планируемые результаты), организационно-педагогических условий, форм аттестации, который представлен в виде общей характеристики образовательной программы, учебного плана, календарного учебного графика, рабочих программ дисциплин (модулей), программ практик, оценочных и методических материалов. Основная образовательная программа высшего образования создана на основе образовательного стандарта по направлению подготовки 03.04.01 Прикладные математика и физика, самостоятельно разработанного и утвержденного МФТИ.

## **1. Общая характеристика образовательной программы**

**Квалификация, присваиваемая выпускникам:** магистр.

**Форма обучения:** очная.

**Срок получения образования:** 2 года.

**Объем образовательной программы** составляет 120 зачетных единиц и включает все виды аудиторной и самостоятельной работы обучающегося, практики, время, отводимое на контроль качества освоения обучающимся образовательной программы.

**Объем контактной работы** обучающихся с преподавателями составляет не менее 996 часов.

**Язык реализации программы:** русский.

**Использование сетевой формы реализации образовательной программы:** да.

### **Цель программы:**

Подготовка высококвалифицированных специалистов, способных проводить научные исследования в области химической и молекулярной физики, функциональных наноматериалов, возобновляемой и электрохимической энергетике, высокотемпературной плазмы, квантоворазмерных объектов, молекулярного и атомистического моделирования.

Образовательная программа реализуется в сетевой форме совместно с базовыми организациями: ФИЦ ХФ РАН, ИПМех РАН, ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, ИПХФ и МХ РАН, НИЦ «Курчатовский институт», ФГБНУ ТИСЧУМ, ОИВТ РАН, ИНЭОС РАН.

## **2. Характеристика профессиональной деятельности выпускников:**

**Области профессиональной деятельности и сферы профессиональной деятельности,**

в которых выпускники, освоившие программу магистратуры, могут осуществлять профессиональную деятельность:

40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере фундаментальных и прикладных научно-исследовательских, инновационных и опытно-конструкторских разработок, а также в сфере разработки и внедрения новых технологических процессов производства перспективных материалов (в том числе композитов, нано- и метаматериалов), изделий опто-, микро- и наноэлектроники, разработки и применения электронных приборов и комплексов, а также в сфере мониторинга параметров материалов, состояния сложных технических и живых систем и состояния окружающей среды, включая разработку и использование для решения поставленных задач).

Выпускники могут осуществлять профессиональную деятельность в других областях профессиональной деятельности и (или) сферах профессиональной деятельности при условии соответствия уровня их образования и полученных компетенций требованиям квалификации работника.

**Типы задач профессиональной деятельности выпускников:**

научно-исследовательский.

**Задачи профессиональной деятельности выпускников:**

обобщение полученных данных, самостоятельное формирование выводов и подготовка научных и аналитических отчетов, публикаций и презентаций результатов научных и аналитических исследований, квалифицированное перенесение полученных результатов научных и аналитических исследований на смежные предметные области;

определение перспективных направлений научного поиска и информационных источников для аналитического поиска в избранной для специализации предметной области, эффективный сбор и обработка научной и аналитической информации с использованием современных программ, средств и методов компьютерных и информационных технологий и вычислительной математики;

планирование и проведение теоретических исследований, разработка новых физических и математических, в том числе компьютерных, моделей изучаемых процессов и явлений, анализ и синтез данных аналитических исследований в предметной области;

планирование и проведение научных работ и аналитических исследований в соответствии с утвержденным направлением исследований в предметной области специализации;

планирование и разработка новых алгоритмов и компьютерных программ для научно-исследовательских и прикладных целей;

планирование и самостоятельное проведение наблюдений и измерений, планирование, постановка и оптимизация проведения экспериментов в предметной области исследований, выбор эффективных методов обработки данных и их реализация;

планирование и разработка новых методов и технических средств для проведения фундаментальных исследований и выполнения инновационных разработок.

**Объекты профессиональной деятельности выпускников,** освоивших программу магистратуры:

модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области математики, физики и других естественных и социально-экономических наук по профилям предметной деятельности в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства, управления и бизнеса;

объекты техники, технологии и производства.

**3. Перечень профессиональных стандартов,** соответствующих профессиональной деятельности выпускников:

40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам;

40.008 Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами.

Код и наименование профессионального стандарта	Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
	код	наименование	уровень квалификации	наименование	код	уровень квалификации
40.011 Профессиональный стандарт "Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам"	В	Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем	6	Руководство группой работников при исследовании самостоятельных тем	В/03.6	6
				Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	В/02.6	6
	С	Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации	6	Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам	С/01.6	6
				Управление результатами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	С/02.6	6
40.008 Профессиональный стандарт "Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами"	В	Организация проведения работ по выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	6	Организация выполнения научно-исследовательских работ по проблемам, предусмотренным тематическим планом сектора (лаборатории)	В/01.6	6

#### 4. Требования к результатам освоения образовательной программы

В результате освоения основной образовательной программы у выпускника должны быть сформированы универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

<p>УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</p>	<p>УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними  УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации  УК-1.3 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности</p>
<p>УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его реализации</p>	<p>УК-2.1 Формулирует в рамках обозначенной проблемы, цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения  УК-2.2 Способен прогнозировать результат деятельности и планировать последовательность шагов для достижения данного результата. Формирует план-график реализации проекта в целом и план контроля его выполнения  УК-2.3 Способен организовать и координировать работу участников проекта, обеспечивать работу команды необходимыми ресурсами  УК-2.4 Представляет публично результаты проекта (или отдельных его этапов) в форме отчетов, статей, выступлений на научно-практических конференциях, семинарах и т.п.</p>
<p>УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной задачи</p>	<p>УК-3.1 Организует и координирует работу участников проекта, способствует конструктивному преодолению возникающих разногласий и конфликтов  УК-3.2 Учитывает в своей социальной и профессиональной деятельности интересы, особенности поведения и мнения (включая критические) людей, с которыми работает/взаимодействует, в том числе посредством корректировки своих действий  УК-3.3 Способен предвидеть результаты (последствия) как личных, так и коллективных действий  УК-3.4 Способен планировать командную работу, распределять поручения членам команды, организовать обсуждение разных идей и мнений</p>
<p>УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия</p>	<p>УК-4.1 Способен вести обмен деловой информацией в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и не менее чем на одном иностранном языке  УК-4.2 Владеет навыками, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных академических текстов (рефератов, эссе, обзоров, статей и т.д.)  УК-4.3 Способен представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных научных мероприятиях, включая международные  УК-4.4 Способен использовать современные средства информационно-коммуникационных технологий для академического и профессионального взаимодействия</p>
<p>УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия</p>	<p>УК-5.1 Способен выявлять специфику философских и научных традиций основных мировых культур  УК-5.2 Способен определять теоретическое и практическое значение культурно-языкового фактора при взаимодействии различных философских и научных традиций</p>
<p>УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки</p>	<p>УК-6.1 Умеет решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности  УК-6.2 Оценивает свою деятельность, соотносит цели, способы и средства выполнения деятельности с её результатами</p>

**Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области физико-математических наук ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности ОПК-1.3 Понимает междисциплинарные связи в области математики и физики и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности ОПК-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области профессиональной деятельности, учитывая особенности и ограничения различных методов решения	ОПК-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения ОПК-3.2 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники) ОПК-3.3 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений
ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области физико-математических наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4.1 Способен применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов ОПК-4.2 Способен применять знания в области физико-математических наук для решения поставленной задачи, формулирования выводов и оценки полученных результатов ОПК-4.3 Способен аргументировано выбирать способ проведения научного исследования
ОПК-5 Способен и готов к повышению квалификации, профессиональному росту и руководству коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	ОПК-5.1 Способен работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия ОПК-5.2 Владеет навыком руководства малым коллективом в сфере своей профессиональной деятельности ОПК-5.3 Стремится к получению новых знаний, профессиональному и личностному росту

**Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Основание (ПС, анализ иных требований, предъявляемых к выпускникам)
<b>тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский</b>		

<p>ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты</p>	<p>ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности  ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели  ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты</p>	<p>Анализ требований работодателей, профессиональные стандарты "Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам" и "Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами"</p>
<p>ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию</p>	<p>ПК-2.1 Способен планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в составе научного коллектива  ПК-2.2 Способен проводить апробацию результатов научно-исследовательской работы посредством публикации научных статей и участия в конференциях</p>	<p>Анализ требований работодателей, профессиональные стандарты "Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам" и "Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами"</p>
<p>ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области</p>	<p>ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)  ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)  ПК-3.3 Способен оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов</p>	<p>Анализ требований работодателей, профессиональные стандарты "Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам" и "Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами"</p>

## 5. Учебный план

Учебный план (Приложение 1) определяет перечень, трудоемкость, последовательность и распределение по периодам обучения учебных дисциплин (модулей), практик, иных видов учебной деятельности, формы промежуточной и итоговой аттестации обучающихся. Трудоемкость образовательной программы устанавливается в зачетных единицах.

Объем обязательной части, без учета объема государственной итоговой аттестации, составляет 72,5 процентов общего объема программы.

Матрица соответствия компетенций дисциплинам учебного плана приведена в Приложении 2.

## 6. Календарный учебный график

Календарный учебный график (Приложение 3) отражает распределение видов учебной деятельности, периодов аттестации обучающихся и каникул по годам обучения (курсам) и в рамках каждого учебного года. Календарный учебный график образовательной программы высшего образования включает 96 5/6 недель, из которых 58 4/6 недель теоретического и практического обучения, 19 5/6 недель зачетно-экзаменационного периода, 1 3/6 недель государственной итоговой аттестации и 16 5/6 недель каникул.

## **7. Рабочие программы дисциплин (модулей)**

Рабочие программы дисциплин (модулей), включая оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, представлены в Приложении 4.

## **8. Программы практик**

Образовательной программой предусмотрены следующие практики:

научно-исследовательская работа: производственная практика.

Рабочие программы практик, включая оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, представлены в Приложении 5.

## **9. Программа государственной итоговой аттестации**

В составе государственной итоговой аттестации обучающихся предусмотрены:

подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена;

выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

Программа государственной итоговой аттестации (Приложение 6) включает программу государственного экзамена и требования к выпускным квалификационным работам (объему, структуре, оформлению, представлению), порядку их выполнения, процедуру защиты выпускной квалификационной работы, критерии оценки результатов.

## **10. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение образовательной программы**

Рабочие программы дисциплин (модулей), практик определяют материально-техническое и учебно-методическое обеспечение образовательной программы, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, перечень электронных учебных изданий и (или) печатных изданий, электронных образовательных ресурсов, перечень и состав современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем.

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и практик.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду МФТИ.

Электронная информационно-образовательная среда МФТИ обеспечивает доступ:

– к ЭБС:

ЭБС «Университетская библиотека онлайн»;

“Book on Lime” издательства «Книжный дом университета»;

ЭБС издательства «Лань»;

ЭБС издательства «Юрайт»;

ЭБС издательства «IBooks.ru»;

ЭБС Books.mipt.ru;

ЭБС ZNANIUM.COM.

– к научным зарубежным и российским журналам и электронным базам данных:

журналы Bentham Science Publishers;

журналы Wiley Journal Database;

журналы World Scientific Publishing Co Pte Ltd.;

электронная версия журнала «Успехи физических наук» Автономная некоммерческая организация

Редакция журнала «Успехи физических наук»;

электронная версия журнала «Успехи химии» Институт органической химии им. Н. Д. Зелинского;



журналы Математического института им. В. А. Стеклова Российской академии наук: Математические журналы (mathnet.ru); Известия Российской академии наук. Серия математическая, Математический сборник, Успехи математических наук;  
электронная версия журнала «Квантовая электроника» Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук;  
русские журналы на платформе East View компании ИВИС;  
база данных The Cambridge Crystallographic Data Centre;  
база данных Orbit Premium edition Questel SAS;  
база данных Academic Reference China Academic Journals (CD Edition) Electronic Publishing House Co., Ltd.;  
база данных The Cochrane Library John Wiley & Sons, Inc.

При изучении дисциплин базовых кафедр, а также при прохождении всех видов практик используется материально-техническое обеспечение и литература базовых организаций, в структуре которых функционируют базовые кафедры, привлекаемые к учебному процессу в рамках настоящей образовательной программы.

### **11. Особенности реализации образовательной программы для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При наличии в контингенте обучающихся по образовательной программе инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья образовательная программа адаптируется с учетом особых образовательных потребностей таких обучающихся. При обучении по индивидуальному учебному плану лиц с ограниченными возможностями здоровья срок освоения образовательной программы может быть увеличен по их желанию не более чем на один год по сравнению со сроком получения образования для соответствующей формы обучения.

### **12. Кадровые условия реализации образовательной программы**

Реализация образовательной программы обеспечивается высококвалифицированными научно-педагогическими работниками – как штатными работниками МФТИ, так и ведущими учеными – сотрудниками научно-исследовательских институтов Российской академии наук и других ведущих научно-производственных организаций и компаний.

Доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок), имеющих образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины (модуля), в общем числе научно-педагогических работников, реализующих программу магистратуры, составляет более 70 процентов.

Доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок), имеющих ученую степень (в том числе ученую степень, присвоенную за рубежом и признаваемую в Российской Федерации) и (или) ученое звание (в том числе ученое звание, полученное за рубежом и признаваемое в Российской Федерации), в общем числе научно-педагогических работников, реализующих программу магистратуры, составляет более 60 процентов.

Доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) из числа руководителей и работников, деятельность которых связана с направленностью (профилем) реализуемой программы магистратуры (имеющих стаж работы в данной профессиональной области более 3 лет) в общем числе работников, реализующих программу магистратуры, составляет более 5 процентов.

Общее руководство научным содержанием программы магистратуры осуществляется д-р физ.-мат. наук, проф., чл.-кор. РАН, Ивановым Виктором Владимировичем, осуществляющим самостоятельные научно-исследовательские проекты и участвующим в осуществлении таких проектов по направлению подготовки, имеющим ежегодные публикации по результатам указанной научно-исследовательской деятельности в ведущих отечественных и зарубежных рецензируемых научных журналах и изданиях, а также осуществляющим ежегодную апробацию результатов указанной научно-исследовательской деятельности на национальных и международных конференциях.

Иванов Виктор Владимирович – член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, профессор по направлению «Нанотехнологии», известный физик в области технологий и диагностики функциональных наноматериалов для электроники, фотоники и энергетики, разработчик процессов и оборудования для модификации материалов с применением техники сильных импульсных магнитных полей, для формирования микроструктур 3D-печатью наночастицами.

Автор более 310 научных работ в РИНЦ и 152 работ в WoS, Scopus, более 40 патентов РФ.

Под научным руководством Иванова В.В. защищено 10 кандидатских диссертаций.

Член НТС при Росстандарте, член Совета при руководителе приоритетного технологического направления по технологиям оптоэлектроники и фотоники АО «Швабе», член Межведомственной комиссии по оценке результативности деятельности научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения. Член научных Советов РАН по наноматериалам и по физико-химическим основам полупроводникового материаловедения.

Имеет следующие награды за научную деятельность:

Почетная грамота Президента Российской академии наук (2005),

Почетная золотая медаль имени академика И.В.Петрянова (2012),

Почетный Диплом имени академика В.П. Скрипова (2017).

Публикации за 2022-2023 гг:

1. A. Lizunova, D. Malo, D. Guzatov, A. Ramanenka, V. Ivanov. Plasmon-Enhanced Ultraviolet Luminescence in Colloid Solutions and Nanostructures Based on Aluminum and ZnO. *Nanomaterials*, 2022, 12(22), 4051

2. V. Ivanov, A. Lizunova, O.Rodionova, A. Efimov, V. Nadtochenko. Aerosol Dry Printing for SERS and Photoluminescence-Active Gold Nanostructures Preparation for Detection of Traces in Dye Mixtures. *Nanomaterials*, 2022, 12(3), 448

3. K. Khabarov, M. Nouraldeen, S.Tikhonov, E. Filalova, V. Ivanov. Comparison of aerosol Pt, Au and Ag nanoparticles agglomerates laser sintering. *Materialsthis*, 2022, 15(1), 227

4. Н.Н. Балан, Ю.Г. Жаворонкин, В.В. Иванов, А.Л. Панкратов, Е.Л. Харченко. Система требований к фотосаблону для проекционной фотолитографии, применяемым в производстве полупроводниковых изделий современных проектных норм. В книге: Российский форум «Микроэлектроника 2022». Сборник тезисов 8-й Научной конференции. Фонд перспективных исследований, «Газпромбанк» (Акционерное общество). Москва, 2022. С. 142-143.

### **13. Сведения о кафедрах, участвующих в реализации образовательной программы**

кафедра химической физики: заведующий кафедрой – д-р хим. наук, проф., акад. РАН Берли Александр Александрович, научный руководитель Федерального исследовательского центра химической физики им. Н.Н. Семенова РАН. Кафедра ведет подготовку практически по всем актуальным направлениям химической физики, в числе которых:

- изучение элементарных актов взаимодействий атомов и молекул;
- кинетика и динамика неравновесных химических процессов;
- строение молекул и квантовая химия;
- взаимодействие излучения и вещества;

- компьютерное моделирование.

Подготовка специалистов ведется в области экспериментальной и теоретической химической физики по двум основным направлениям.

Первое из них — кинетическое. Кафедра готовит специалистов по кинетике процессов взаимодействия атомов и молекул в газовой, жидкой и твердой фазах. Это процессы в газовых лазерах, кинетика экохимических процессов в водных средах, процессы в твердых телах под воздействием излучений и многое другое. Выпускники кафедры работают над созданием новых лазеров, разрабатывают сверхбыстрые кинетические методики, создают экологически безопасные технологии и новые способы переработки материалов.

Развивая второе направление, кафедра готовит выпускников, способных решать проблемы сложных превращений атомов и молекул в реальных ситуациях, включая процессы в организованных молекулярных системах — многофункциональных молекулах, нанокристаллах с размерными квантовыми эффектами. Большое внимание уделяется разработке экспериментальных методик изучения строения молекул, молекулярной и химической динамики, компьютерному моделированию процессов.

Базовые организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук. Основные направления исследований ФИЦ ХФ им. Н.Н. Семенова РАН: физика и химия биополимеров, динамика биохимических процессов; теоретические основы и практическая разработка химико-технологических процессов и аппаратуры; фемтохимия и нанохимия; кинетика и механизм химических реакций, теория и динамика элементарных процессов; фундаментальные основы процессов полимеризации, структура и свойства полимеров и композиционных материалов; физика и химия конденсированных состояний вещества; физика и химия горения, ударные волны и детонация; новые материалы и наноматериалы с заданными свойствами и функциями; химическая физика физиологических процессов и разработка фармакологических препаратов; катализ химических реакций, супрамолекулярные и самоорганизующиеся системы; нейтрализация химических угроз, предупреждение и минимизация рисков негативного воздействия опасных химических факторов.

кафедра физической и химической механики: заведующий кафедрой – д-р физ.-мат. наук, чл.-кор РАН Якуш Сергей Евгеньевич, директор Института проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН. Кафедра ведет подготовку обучающихся в области механики жидкости, газа и плазмы, радиационной газовой динамики. Кафедрой разработаны новые эффективные методы моделирования в области радиационной газодинамики.

Базовые организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук. Основные направления научных исследований ИПМех РАН: общая механика, динамика космических тел и управляемых аппаратов; теория и методы управления динамическими системами; создание и функционирование макро- и микроробототехнических, мехатронных комплексов; механика жидкости, газа и плазмы; механика горения и взрыва; физическая механика газовых разрядов и лазерных технологий; механика твердого тела, физика и механика деформирования и разрушения; механика композиционных и наноматериалов; трибология; механика природных процессов и сред; геомеханика; математические вычислительные проблемы механики и физики.

кафедра физики супрамолекулярных систем и нанофотоники: заведующий кафедрой – д-р физ.-мат. наук, проф., акад. РАН Алфимов Михаил Владимирович, научный руководитель Центра фотохимии ФИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН. Кафедра ведет подготовку в области фотоники супрамолекулярных систем. Эта область знаний объединяет в себе главы нанотехнологии, фотофизики и органической химии. Целью изучения фотоники супрамолекулярных систем является направленное создание таких материалов, которые могли бы менять свои оптические свойства.

Базовые организации:

Федеральное государственное учреждение «Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук». ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» занимаются фундаментальными исследованиями, такими как разработка эффективных путей синтеза новых веществ, изучение межмолекулярных взаимодействий ансамблей молекул, изучение свойств полученных материалов. Также ведутся работы по продвижению полученных результатов с целью создания на основе разработанных материалов медицинских приборов и приборов экологического контроля.

кафедра физики организованных структур и химических процессов: заведующий кафедрой – д-хим. наук, проф., акад. РАН Алдошин Сергей Михайлович, научный руководитель Института проблем химической физики РАН. Кафедра ведет подготовку специалистов в следующих областях:

- общие проблемы химической физики;
- исследование строения вещества и структуры твердых тел, исследование и разработка новых материалов с заданными свойствами и функциями, включая наноматериалы;
- кинетика и механизм сложных химических реакций;
- химическая физика процессов горения и взрыва;
- изучение состояния вещества в экстремальных условиях;
- химическая физика образования и модификации полимеров;
- химическая физика биологических процессов и систем;
- химическая физика супрамолекулярных и наноразмерных систем;
- создание научных основ химико-технологических процессов.

Базовые организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр проблем химической физики и медицинской химии Российской академии наук. Фундаментальные исследования в ИПХФ РАН:

- разработка технологических процессов для химии и нефтехимии, энергетики и экологии;
- создание и исследование новых материалов и лекарственных препаратов;
- приборы для научных исследований и технологические аппараты.

кафедра физики и химии плазмы: заведующий кафедрой – д-р физ.-мат. наук, доц. Чукба Константин Владимирович, главный научный сотрудник НИЦ «Курчатовский институт». Кафедра ведет подготовку в области физики плазмы и базируется в двух подразделениях НИЦ «Курчатовский Институт»:

- Институт физики токамаков в составе Курчатовского центра ядерных технологий, где впервые в мире были начаты и успешно проводятся исследования по управляемому термоядерному синтезу (УТС). На кафедре плодотворно разрабатываются проблемы фундаментальной физики и высокотемпературной плазмы, включающие описание и обеспечение равновесия, устойчивости и удержания плазмы в магнитных ловушках, транспорта энергии и частиц; осуществляется развитие ультрасовременных диагностик для экспериментальных исследований на токамаках Т-10 и Т-15. Проектируемый в настоящее время международный термоядерный реактор ITER базируется на развитой в институте концепции ТОКАМАК.
- Отделение плазменных технологий в составе Центра физико-химических технологий. Основным направлением является прикладная физика химически активной плазмы, применение плазменных технологий для создания экологически чистых производств, в том числе плазмохимические методы проведения химических процессов переработки сероводорода и др. природных газов, очистка газовых выбросов, озонаторы, синтез и конверсия моторных топлив, плазменные методы обработки поверхности, технологии полупроводников, газоразрядные источники света. Здесь же исследуются проблемы инерционного термоядерного синтеза и явлений, протекающих при сверхмощном импульсном воздействии на плазму, при пропускании через неё мегаамперных токов и мегавольтных пучков заряженных частиц.

Базовые организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр

«Курчатовский институт». Основными направлениями деятельности НИЦ «Курчатовский институт» на сегодняшний день являются безопасное развитие ядерной энергетики, управляемый термоядерный синтез и плазменные процессы, ядерная физика низких и средних энергий, физика твёрдого тела и сверхпроводимость, мезонная химия. Также в Курчатовском институте проводятся фундаментальные и прикладные исследования в области молекулярной физики, физической и неорганической химии, химической физики, физики и химии плазмы, промышленной безопасности, экологии, элементной базы микроэлектроники, информатики. В настоящее время НИЦ «Курчатовский институт» является одним из крупнейших научных центров России.

кафедра физики и химии наноструктур: заведующий кафедрой – д-р физ.-мат. наук, проф. Блан Владимир Давыдович, научный руководитель Технологического института сверхтвёрдых и новых углеродных материалов. Кафедра ведет подготовку специалистов в следующих областях физики конденсированного состояния:

- механика;
- термодинамика и кинетика химических реакций и фазовых переходов;
- строение молекулярных соединений;
- физика и химия конденсированных сред;
- динамика сложных систем.
- физические методы исследования наноструктур;
- инструментальные методы химического анализа;
- технологии производства алмазов и ультратвёрдых материалов;
- физико-химические свойства наноматериалов.

Базовые организации:

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Технологический институт сверхтвёрдых и новых углеродных материалов». ТИСНУМ – один из современных и великолепно оснащенных центров по созданию новых материалов. Институт обладает технологией получения монокристаллов алмаза весом до 7 карат, не имеющих природных аналогов (особо чистых, легированных, полупроводниковых). ТИСНУМ ведет работы по созданию конструкционных наноматериалов. Уже получены материалы с уникальными механическими свойствами: сплавы на основе алюминия, титана, циркония; ультратвёрдые фуллериты.

кафедра физики высокотемпературных процессов: заведующий кафедрой – д-р физ.-мат. нау доц. Гавриков Андрей Владимирович, заместитель директора Объединенного института высоких температур РАН. Кафедра ведет подготовку специалистов, способных успешно решать разнообразные задачи — от фундаментальных вопросов теплофизики высоких температур до физико-технических проблем новой энергетики. В число ведущих направлений кафедры входят:

- атомистическое компьютерное моделирование экстремальных состояний вещества и неидеальной плазмы,
- физика плазмы и прямое преобразование энергии,
- высокотемпературная химическая термодинамика,
- физико-химическая газодинамика,
- физика ударных волн,
- физика пылевой плазмы,
- алюмо-водородная энергетика.

Базовые организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Объединенный институт высоких температур Российской академии наук. ОИВТ РАН – один из крупнейших научных центров России в области современной энергетики и теплофизики. Основными направлениями деятельности Института являются: решение проблем создания эффективной, безопасной, надежной и экологически чистой современной энергетики, в том числе атомной, водородной, авиационной, космической и криогенной; исследования теплофизических, электрофизических, оптических и динамических свойств веществ и низкотемпературной плазмы в широком диапазоне параметров, включая экстремальные; исследования

процессов тепло- и массообмена, физической газо- и плазмоси динамики, преобразования видов энергии при переменных свойствах рабочих тел и высокой плотности энергетических потоков; исследования в области теплофизики интенсивных импульсных воздействий на вещество, материалы и конструкции; разработка методов и создание средств генерации высоких плотностей энергии; исследования в области энергоресурсосбережения и энергоэффективных технологий, химической энергетики, повышения эффективности использования природных топлив и сырья, использования возобновляемых источников энергии.

кафедра химической физики функциональных материалов: заведующий кафедрой – д-р хим. наук Новиков Валентин Владимирович, заместитель директора Института элементоорганических соединений им. Н.С. Несмеянова РАН. Кафедра ведёт подготовку в области синтеза, изучения строения, структуры и свойств молекулярных функциональных материалов.

Базовые организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова Российской академии наук. ИНЭОС РАН – ведущий научно-исследовательский институт, проводящий следующие исследования:

- разработка методов направленного синтеза металлоорганических, элементоорганических, координационных и оптически активных соединений с целью создания веществ, полупродуктов и материалов с заданными свойствами для нужд высокотехнологичных областей промышленности, биотехнологии, медицины и сельского хозяйства в соответствии с требованиями по безопасности, экологии и энергосбережению ("Зеленая химия", "Экономия атомов");
- развитие физико-химических и теоретических методов исследования для установления механизмов реакций, строения и свойств соединений;
- синтез, исследование структуры и свойств элементоорганических и металлсодержащих полимеров. интеллектуальные и функциональные полимеры и многокомпонентные полимерные системы для высоких технологий, в том числе водородной энергетики, космической и специальной техники. Теория и математическое моделирование;
- металлоорганические и элементоорганические соединения в асимметрическом синтезе и катализе;
- создание новых каталитических систем для реализации практически важных процессов, включая переработку нефтепродуктов. выяснение природы каталитической активности и стереоселективности;
- разработка новых подходов к формированию наночастиц и нанокомпозитов в жидких и конденсированных средах.