

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ливанов Дмитрий Викторович
Должность: Ректор
Дата подписания: 02.07.2025 13:24:35
Уникальный программный ключ:
c6d909c49c1d2034fa3a0156c4eaa51e7232a3a2

Утверждена решением
Ученого совета МФТИ
от 27 марта 2025 г.
(протокол № 01/03/2025)

**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)
ПРИРОДОПОДОБНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И БИОМИМЕТИЧЕСКИЙ
ДИЗАЙН МАТЕРИАЛОВ И СИСТЕМ**

**Год начала обучения по образовательной программе
2025 г.**

Основная образовательная программа высшего образования по направлению подготовки 03.04.01 Прикладные математика и физика, направленность (профиль) Природоподобные технологии и биомиметический дизайн материалов и систем, 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 1 122 часов.

Язык реализации программы: русский.

Использование сетевой формы реализации образовательной программы: да.

Цель программы:

Подготовка высококвалифицированных специалистов, способных проводить междисциплинарные научные исследования в области прикладной математики и информатики по основным направлениям деятельности НИЦ «Курчатовский институт».

Образовательная программа реализуется в сетевой форме совместно с базовой организацией НИЦ «Курчатовский институт».

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 нанoeлектроники, 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 научных работ и аналитических исследований в соответствии с утвержденным направлением исследований в предметной области специализации;

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

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.

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.

3. Перечень профессиональных стандартов, соответствующих профессиональной деятельности выпускников:

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
40.008 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
				Организация анализа и оптимизации процессов управления жизненным циклом научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	В/03.6	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
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	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
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его реализации	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.

УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной задачи	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
УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	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
УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	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
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	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

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)
тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский		
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	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	Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами
ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	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	Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами

ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	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	Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами
---	--	---

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 71,67 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 97 недель, из которых 59 4/6 недели теоретического и практического обучения, 17 5/6 недели зачетно-экзаменационного периода, 3 1/6 недели государственной итоговой аттестации и 16 2/6 недели 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: выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

Программа государственной итоговой аттестации (Приложение 6) включает 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»: раздел «Золотой фонд научной классики».

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

ЭБС издательства «Лань»;

ЭБС издательства «Юрайт»;

ЭБС издательства «IBooks.ru»;

ЭБС ZNANIUM

доступ к ресурсам books.mipt.ru;

доступ к фондам Национальной электронной библиотеки.

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

база данных «Успехи физических наук» (Автономная некоммерческая организация Редакция журнала «Успехи физических наук»);

журналы РАН (Российская академия наук);

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 полнотекстовая коллекция журналов Bentham Journal Collection (Bentham Science Publishers);

база данных EDP Sciences

база данных EBSCO eBooks (EBSCO Information Services GmbH);

база данных Wiley Journal Database;

архивная коллекция журналов Wiley Journal Backfiles (2005-2013 гг.);

архивная коллекция журналов Wiley Journal Backfiles (2014 -2022 гг.);

база данных World Scientific Complete eJournal Collection (World Scientific Publishing Co Pte Ltd).

Материально-техническое и методическое обеспечение образовательной программы осуществляется на материально-технической базе НИЦ «Курчатовский институт» (Курчатовский комплекс НБИКС-природоподобных технологий, Курчатовский комплекс синхротронных и нейтронных исследований, Институт информационных технологий). Курчатовский НБИКС-центр, ориентированный на междисциплинарные исследования и разработки, проводит исследования в области нано-, био-, информационных, когнитивных, социогуманитарных наук и технологий с использованием рентгеновского, синхротронного и нейтронного излучений.

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

Высококвалифицированные научно-педагогические работники, обеспечивающие обучение профильным дисциплинам образовательной программы, являются специалистами в области нано-, био-, информационных, когнитивных, социогуманитарных наук и технологий, являются как ведущими учеными – сотрудниками НИЦ «Курчатовский институт», так и штатными работниками МФТИ.

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-ром физ.-мат. наук, проф. Кашкаровым Павлом Константиновичем, 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.

Кашкаров Павел Константинович (род. 5 июня 1947, Москва, РСФСР) — советский и российский физик, специалист в области взаимодействия лазерного излучения с твёрдым телом и физики низкоразмерных структур. Доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой общей физики и молекулярной электроники, заслуженный профессор МГУ. Помощник президента Национального исследовательского центра «Курчатовский институт».

В 1965—1971 годах обучался на физическом факультете МГУ им. М. В. Ломоносова. В 1975 году защитил диссертацию «Исследование медленных процессов в системе германий-двуокись германия» на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук.

В 1980—1981 годах проходил стажировку в Массачусетском технологическом институте (Кембридж (Массачусетс), США).

В 1990 году защитил докторскую диссертацию «Лазерно-индуцированное дефектообразование в приповерхностных слоях полупроводников».

Автор 329 публикаций в ведущих российских и международных научных журналах. Индекс Хирша — 29.

С 1980 года подготовил 20 кандидатов наук.

Награды

- Лауреат государственной премии Российской Федерации в области науки и техники (2002),
- Заслуженный профессор Московского университета (2004),
- Медаль ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени (2005),
- лауреат премии имени М. В. Ломоносова МГУ за педагогическую деятельность (2006),
- Лауреат премии Правительства Российской Федерации в области образования (2012),
- Орден Александра Невского (2019).

Список публикаций П.К. Кашкарова за 2020-2024 гг:

1. Antsiferova A.A., Kopaeva M.Yu., Kashkarov P.K. Effects of silver citrate prolonged exposure on behavioral and cognitive functions of mice. *Nanobiotechnology Reports*, v. 19, № 3, pp. 437-445 (2024), <http://dx.doi.org/10.1134/s263516762460130x>
2. Martyshov M.N., Pavlikov A.V., Kytina E.V., Pinchuk, Savchuk T.P., Konstantinova E.A., Zaitsev V.B., Kashkarov P.K. Influence of Synthesis Conditions on the Structural, Optical, and Electrophysical Properties of TiO₂/Cu_xO Nanocomposites. *Technical Physics*, v. 69, № 5, pp. 1271-1278 (2024), <https://dx.doi.org/10.1134/S1063784224040236>
3. Швецов Б.С., Мацукатова А.Н., Мартышов М.Н., Жигунов Д.М., Ильин А.С., Савчук Т.П., Форш П.А., Кашкаров П.К. Электронно-лучевое напыление для синтеза мемристивных структур на основе оксида гафния. *Российские нанотехнологии*, т. 19, № 1, с. 121-126 (2024), <https://dx.doi.org/10.56304/S1992722323601271>
4. Kuchumov I.D., Martyshov M.N., Zhigunov D.M., Ilyin A.S., Pavlikov A.V., Forsh P.A., Kashkarov P.K. Conductivity of Hafnium Oxide Films Obtained by Electron-Beam Sputtering. *Moscow University Physics Bulletin*, v. 79, № 1, pp. 64-68 (2024), <http://dx.doi.org/10.3103/s0027134924700139>
5. Кучумов И.Д., Мартышов М.Н., Жигунов Д.М., Ильин А.С., Павликов А.В., Форш П.А., Кашкаров П.К. Проводимость пленок оксида гафния, полученных методом электронно-лучевого напыления. *Вестник Московского университета. Серия 3: Физика, астрономия*, т. 79, № 1, 2410505 (2024), <http://dx.doi.org/10.55959/MSU0579-9392.79.2410505>
6. Shuleiko Dmitrii, Zobotnov Stanislav, Sokolovskaya Olga, Poliakov Maksim, Volkova Lidiya, Kunkel Tatiana, Kuzmin Evgeny, Danilov Pavel, Kudryashov Sergey, Pepelayev Dmitrii, Kozyukhin Sergey, Golovan Leonid, Kashkarov Pavel. Hierarchical Surface Structures and Large-Area Nanoscale Gratings in As₂S₃ and As₂Se₃ Films Irradiated with Femtosecond Laser Pulses. *Materials*, v. 16, № 13, p. 4524 (2023). <http://dx.doi.org/10.3390/ma16134524>
7. Martyshov M.N., Smirnova V.V., Ilin A.S., Platonov V.B., Forsh P.A., Kashkarov P.K. Conductivity features of ZnO and NiO nanofiber composites. *Technical Physics Letters*, v. 49, № 2, p. 54-57 (2023). <http://dx.doi.org/10.21883/TPL.2023.02.55372.19305>
8. Grigoreva L.N., Ilin A.S., Martyshov M.N., Savin K.A., Forsh P.A., Kashkarov P.K. Influence of Si nanocrystals on polyaniline conductivity. *Physics of the Solid State* v. 65, № 4, p. 608-612 (2023). <http://dx.doi.org/10.21883/PSS.2023.04.56002.533>
9. Martyshov M.N., Pavlikov A.V., Kytina E.V., Pinchuk O.V., Savchuk T.P., Konstantinova E.A., Zaitsev V.B., Kashkarov P.K. Influence of Synthesis Conditions on the Structural, Optical, and Electrophysical Properties of TiO₂-Cu-O Nanocomposites. *Technical Physics*, v. 68, № 2, p. 234-240 (2023). <http://dx.doi.org/10.21883/tp.2023.02.55478.221-22n>
10. Kolchin A.V., Zobotnov S.V., Shuleiko D.V., Lazarenko P.I., Glukhenkaya V.B., Kozyukhin S.A., Kashkarov P.K. Kinetics of reversible phase transitions in Ge₂Sb₂Te₅ thin films at femtosecond laser irradiation. *Optics and Spectroscopy* v. 131, № 2, p. 137-144 (2023). <https://doi.org/10.21883/OS.2023.02.54996.10-23>
11. Ilin Alexander S., Martyshov Mikhail N., Platonov Vadim B., Pavlikov Alexander V., Koroleva Alexandra V., Kytina Ekaterina V., Konstantinova Elizaveta A., Forsh Pavel A., Kashkarov Pavel K. Zn modification of Co₃O₄ nanofibers: effect on structure and conductivity. *Crystal Growth and Design*, v. 23, № 6, p. 4255-4261 (2023). <http://dx.doi.org/10.1021/acs.cgd.3c00065>
12. Shuleiko D.V., Zobotnov S.V., Martyshov M.N., Amasev D.V., Presnov D.E., Kashkarov P.K.

Anisotropic Femtosecond Laser-Induced Modification of Phosphorus- and Boron-Doped Amorphous Silicon. Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics, v. 86, № S1, p. S211-S215 (2022). <http://dx.doi.org/10.3103/s106287382270071x>

13. Kolchin Aleksandr, Shuleiko Dmitrii, Martyshov Mikhail, Efimova Aleksandra, Golovan Leonid, Presnov Denis, Kunkel Tatiana, Glukhenkaya Victoriia, Lazarenko Petr, Kashkarov Pavel, Zaboltnov Stanislav, Kozyukhin Sergey. Artificial Anisotropy in Ge₂Sb₂Te₅ Thin Films after Femtosecond Laser Irradiation. Materials, v. 15, № 10, 3499 (2022). <http://dx.doi.org/10.3390/ma15103499>

14. Antsiferova A.A., Kashkarov P.K., Kovalchuk M.V. Effect of Different Forms of Silver on Biological Objects. Nanobiotechnology Reports, v. 17, № 2, p. 155-164 (2022). <http://dx.doi.org/10.1134/s2635167622020021>

15. Shuleiko Dmitrii, Zaboltnov Stanislav, Martyshov Mikhail, Amasev Dmitrii, Presnov Denis, Nesterov Vyacheslav, Golovan Leonid, Kashkarov Pavel. Femtosecond Laser Fabrication of Anisotropic Structures in Phosphorus- and Boron-Doped Amorphous Silicon Films. Materials, v. 15, № 21, 7612 (2022). <http://dx.doi.org/10.3390/ma15217612>

16. Nesterov V.Yu, Sokolovskaya O.I., Golovan L.A., Shuleiko D.V., Kolchin A.V., Presnov D.E., Kashkarov P.K., Khilov A.V., Kurakina D.A., Kirillin M.Yu, Sergeeva E.A., Zaboltnov S.V. Laser fragmentation of silicon microparticles in liquids for solution of biophotonics problems. Quantum Electronics, v. 52, № 2, p. 160-170 (2022). <http://dx.doi.org/10.1070/QEL17984>

17. Martyshov Mikhail N., Konstantinova Elizaveta A., Ilin Alexander S., Kozlovskaya Ksenia E., Koroleva Alexandra, Bozhev Ivan V., Rumyantseva Marina N., Kashkarov Pavel K. Nanocrystalline Complex Oxides Zn_xCo_{3-x}O₄: Cobalt and Zinc Ions Impact on Large Growth of Conductivity. Journal of Physical Chemistry C, v. 126, № 26, p. 10800-10806 (2022). <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jpcc.2c01034>

18. Zaboltnov S., Kolchin A., Shuleiko D., Presnov D., Kaminskaya T., Lazarenko P., Glukhenkaya V., Kunkel T., Kozyukhin S., Kashkarov P. Periodic relief fabrication and reversible phase transitions in amorphous Ge₂Sb₂Te₅ thin films upon multi-pulse femtosecond irradiation. Micro, v. 2, p. 88-99 (2022). <http://dx.doi.org/10.3390/micro2010005>

19. Matsukatova Anna N., Vdovichenko Artem Yu, Patsaev Timofey D., Forsh Pavel A., Kashkarov Pavel K., Demin Vyacheslav A., Emelyanov Andrey V. Scalable nanocomposite parylene-based memristors: Multifilamentary resistive switching and neuromorphic applications. Nano Research, v. 16, p. 3207–3214 (2022). <http://dx.doi.org/10.1007/s12274-022-5027-6>

20. Bolshin D.S., Kashkarov P.K. Study of Conductive Hydrogels Based on Xanthan and PEDOT PSS Using Raman Spectroscopy. Nanobiotechnology Reports, v. 17, № 3, p. 380-388 (2022). <http://dx.doi.org/10.1134/S263516762203003X>

21. Bolshin D.S., Gotovtsev P.M., Kashkarov P.K. Electrokinetic Properties of a Hydrogel Based on PVA, Xanthan, and PEDOT:PSS. Nanobiotechnology Reports, v. 17, p. 794–804 (2022). <https://doi.org/10.1134/S2635167622060027>

22. Pozhidaev V.M., Babichenko N.P., Kashkarov P.K., Yatsishina E.B., Azarov E.S. Biomarker for identification of fish products in residues on the surface of archaeological ceramics. Nanobiotechnology Reports, v. 16, № 5, p. 663-667 (2021). <http://dx.doi.org/10.1134/S2635167621050207>

23. Antsiferova Anna A., Kopaeva Marina Yu, Kochkin Vyacheslav N., Kashkarov Pavel K., Kovalchuk Mikhail V. Disturbance in Mammalian Cognition Caused by Accumulation of Silver in Brain, Toxics, v. 9, № 2, 30 (2021). <https://doi.org/10.3390/toxics9020030>

24. Shuleiko Dmitrii, Martyshov Mikhail, Amasev Dmitrii, Presnov Denis, Zaboltnov Stanislav, Golovan Leonid, Kazanskii Andrei, Kashkarov Pavel. Fabricating Femtosecond Laser-Induced Periodic Surface Structures with Electrophysical Anisotropy on Amorphous Silicon. Nanomaterials, v. 11, № 1, 42 (2021). <https://doi.org/10.3390/nano11010042>

25. Antsiferova Anna A., Kopaeva Marina Yu, Kochkin Vyacheslav N., Kashkarov Pavel K. Kinetics of Silver Accumulation in Tissues of Laboratory Mice after Long-Term Oral Administration of Silver Nanoparticles. Nanomaterials, v. 11, № 12, 3204 (2021). <https://doi.org/10.3390/nano11123204>

26. Sokolovskaya Olga I., Sergeeva Ekaterina A., Golovan Leonid A., Kashkarov Pavel K., Khilov Aleksandr V., Kurakina Daria A., Orlinskaya Natalia Y., Zaboltnov Stanislav V., Kirillin Mikhail Y. Numerical

- Simulation of Enhancement of Superficial Tumor Laser Hyperthermia with Silicon Nanoparticles. *Photonics*, v. 8, № 12, p. 580 (2021). <http://dx.doi.org/10.3390/photonics8120580>
27. Sokolovskaya O.I., Zobotnov S.V., Golovan L.A., Kashkarov P.K., Kurakina D.A., Sergeeva E.A., Kirillin M.Yu. Prospects for using silicon nanoparticles fabricated by laser ablation in hyperthermia of tumours. *Quantum Electronics*, v. 51, № 1, p. 64 (2021). <http://dx.doi.org/10.1070/QEL17487>
28. Kashkarov P. K., Kovalchuk M. V., Makarov N. A., Yatsishina E. B., Greshnikov E. A., Antsiferova A. A., Volkov P. A., Govor L. I., Olkhovsky S. V., Presniakova N. N., Svetogorov R. D. Provenance Study of the Lead Detected in the Antique Ceramic Sculpture from the Kerch Bay. *Crystallography Reports*, v. 66, p. 165-173 (2021). <https://doi.org/10.1134/S1063774521010077>
29. Savin K., Forsh P., Kazanskiy A., Amasev D., Tameev A., Tedoradze M., Presnov D., Forsh E., Kulbachinskii V., Kaskarov P. Electrophysical and Photoelectric Properties of Poly-3-Hexylthiophene Modified with Silicon Nanoparticles. *Nanotechnologies in Russia*, v. 15, № 11-12, p. 770-777 (2020). <http://dx.doi.org/10.1134/S1995078020060178>
30. Shuleiko D.V., Martyshov M.N., Presnov D.E., Zobotnov S.V., Kashkarov P.K. Evolution of femtosecond laser-induced periodic structures formed on amorphous silicon surface. *Journal of Physics: Conference Series*, v. 1461, 012161 (2020). <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1461/1/012161>
31. Shuleiko Dmitrii V., Martyshov Mikhail N., Orlov Danila V., Presnov Denis E., Zobotnov Stanislav V., Kazanskii Andrei G., Kashkarov Pavel K. Fabrication of Anisotropic Structures on the Surface of Amorphous Silicon by Femtosecond Laser Pulses. *Solid State Phenomena*, v. 312, p. 192-199 (2020). <http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/SSP.312.192>
32. Kolchin A.V., Shuleiko D.V., Pavlikov A.V., Zobotnov S.V., Golovan L.A., Presnov D.E., Volodin V.A., Krivyakin G.K., Popov A.A., Kashkarov P.K. Femtosecond Laser Annealing of Multilayer Thin Film Structures Based on Amorphous Germanium and Silicon. *Technical Physics Letters*, v. 46, № 6, p. 562-565 (2020). <http://dx.doi.org/10.1134/S1063785020060048>
33. Kolchin A.V., Shuleiko D.V., Zobotnov S.V., Golovan L.A., Presnov D.E., Kaminskaya T.P., Lazarenko P.I., Kozyukhin S.A., Kashkarov P.K. Formation of periodic surface structures in multilayer amorphous Ge₂Sb₂Te₅ thin films irradiated by femtosecond laser pulses. *Journal of Physics: Conference Series*, v. 1686, p. 012006 (2020). <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1686/1/012006>
34. Ilin A.S., Forsh P.A., Martyshov M.N., Kazanskii A.G., Forsh E.A., Kashkarov P.K. Humidity Sensing Properties of Organometallic Perovskite CH₃NH₃PbI₃. *ChemistrySelect*, v. 5, № 22, p. 6705-6708 (2020). <http://dx.doi.org/10.1002/slct.201904218>
35. Martyshov M.N., Konstantinova E.A., Nazarova E.A., Platonov V.B., Vladimirova S.A., Rumyantseva M.N., Kashkarov P.K. Influence of the Formation Conditions and Parameters of Defects on Carrier Transport in Nanocrystalline Cobalt Oxide. *Nanotechnologies in Russia*, v. 15, № 2, p. 135-140 (2020). <http://dx.doi.org/10.1134/S1995078020020147>
36. Pavlikov Alexander V., Forsh Pavel A., Kashkarov Pavel K., Gavrilov Sergey A., Dronov Alexey A., Gavrilin Ilya M., Volkov Roman L., Borgardt Nikolay I., Bokova-Sirosh Sofia N., Obratsova Elena D. Investigation of the Stokes to anti-Stokes ratio for germanium nanowires obtained by electrochemical deposition. *Journal of Raman Spectroscopy*, v. 51, № 4, p. 596-601 (2020). <http://dx.doi.org/10.1002/jrs.5834>
37. Matsukatova A.N., Emelyanov A.V., Minnekhanov A.A., Sakharutov D.A., Vdovichenko A.Yu., Kamyshinskii R.A., Demin V.A., Rylkov V.V., Forsh P.A., Chvalun S.N., Kashkarov P.K. Memristors Based on Poly(p-xylylene) with Embedded Silver Nanoparticles. *Technical Physics Letters*, v. 46, № 1, p. 73-76 (2020). <http://dx.doi.org/10.1134/S1063785020010277>
38. Martyshov M.N., Emelyanov A.V., Demin V.A., Nikiruy K.E., Minnekhanov A.A., Nikolaev S.N., Taldenkov A.N., Ovcharov A.V., Presnyakov M.Yu., Sitnikov A.V., Vasiliev A.L., Forsh P.A., Granovsky A.B., Kashkarov P.K., Kovalchuk M.V., Rylkov V.V. Multifilamentary Character of Anticorrelated Capacitive and Resistive Switching in Memristive Structures Based on (Co-Fe-B)_x(LiNbO₃)_{100-x} Nanocomposite. *Physical Review Applied*, v. 14, № 3, 034016 (2020). <https://doi.org/10.1103/PhysRevApplied.14.034016>
39. Zobotnov Stanislav V., Skobelkina Anastasiia V., Sergeeva Ekaterina A., Kurakina Daria A., Khilov Aleksandr V., Kashaev Fedor V., Kaminskaya Tatyana P., Presnov Denis E., Agrba Pavel D., Shuleiko

- Dmitrii V., Kashkarov Pavel K., Golovan Leonid A., Kirillin Mikhail Yu. Nanoparticles produced via laser ablation of porous silicon and silicon nanowires for optical bioimaging. *Sensors*, v. 20, № 17, 4874 (2020). <https://doi.org/10.3390/s20174874>
40. Matsukatova Anna N., Emelyanov Andrey V., Minnekhanov Anton A., Nesmelov Aleksandr A., Vdovichenko Artem Yu, Chvalun Sergey N., Rylkov Vladimir V., Forsh Pavel A., Demin Viacheslav A., Kashkarov Pavel K., Kovalchuk Mikhail V. Resistive switching kinetics and second-order effects in parylene-based memristors. *Applied Physics Letters*, v. 117, № 24, p. 243501-243501 (2020). <https://doi.org/10.1063/5.0030069>
41. Matsukatova A.N., Emelyanov A.V., Minnekhanov A.A., Demin V.A., Rylkov V.V., Forsh P.A., Kashkarov P.K. Second-Order Nanoscale Thermal Effects in Memristive Structures Based on Poly-p-Xylylene. *JETP Letters*, v. 112, № 6, p. 357-363 (2020). <http://dx.doi.org/10.1134/s0021364020180071>
42. Emelyanov A.V., Nikiruy K.E., Serenko A.V., Sitnikov A.V., Presnyakov M.Yu, Rybka R.B., Sboev A.G., Rylkov V.V., Kashkarov P.K., Kovalchuk M.V., Demin V.A. Self-adaptive STDP-based learning of a spiking neuron with nanocomposite memristive weights. *Nanotechnology*, v. 31, № 4, 045201 (2020). <https://doi.org/10.1088/1361-6528/ab4a6d>
43. Skobelkina A.V., Kashaev F.V., Kolchin A.V., Shuleiko D.V., Kaminskaya T.P., Presnov D.E., Golovan L.A., Kashkarov P.K. Silicon Nanoparticles Formed via Pulsed Laser Ablation of Porous Silicon in Liquids. *Technical Physics Letters*, v. 46, № 7, p. 687-690 (2020). <http://dx.doi.org/10.1134/S1063785020070263>
44. Demin V.A., Surazhevsky I.A., Emelyanov A.V., Kashkarov P.K., Kovalchuk M.V. Sneak, discharge, and leakage current issues in a high-dimensional 1T1M memristive crossbar. *Journal of Computational Electronics*, v. 19, № 2, p. 565-575 (2020). <https://link.springer.com/article/10.1007/s10825-020-01470-0>
45. Zaboltnov S.V., Kurakina D.A., Kashaev F.V., Skobelkina A.V., Kolchin A.V., Kaminskaya T.P., Khilov A.V., Agrba P.D., Sergeeva E.A., Kashkarov P.K., Kirillin M.Yu, Golovan L.A. Structural and optical properties of nanoparticles formed by laser ablation of porous silicon in liquids: Perspectives in biophotonics. *Quantum Electronics*, v. 50, № 1, p. 69-75 (2020). <http://dx.doi.org/10.1070/QEL17208>
46. Konstantinova E.A., Zaitsev V.B., Minnekhanov A.A., Le N.T., Kashkarov P.K. The Effect of Spin Center Parameters on the Photoactivity of Nanocrystalline Titanium Dioxide in the Visible Spectral Range. *Crystallography Reports*, v. 65, № 1, p. 130-137 (2020). <http://dx.doi.org/10.1134/S1063774520010113>
47. Kovalchuk M.V., Yatsishina E.B., Makarov N.A., Greshnikov E.A., Antsiferova A.A., Gunchina O.L., Kashkarov P.K., Kovalenko E.S., Murashev M.M., Olkhovskii S.V., Podurets K.M., Timerkaev V.B. Tomographic Studies of the Terracotta Head from Kerch Bay. *Crystallography Reports*, v. 65, № 5, p. 805-811 (2020). <http://dx.doi.org/10.1134/S1063774520050120>

13. Сведения о кафедрах, участвующих в реализации образовательной программы

кафедра нано, био, информационных и когнитивных технологий: заведующий кафедрой - доктор наук, проф., чл.-кор. РАН Ковальчук Михаил Валентинович, президент Национального исследовательского центра «Курчатовский институт». Кафедра готовит специалистов для Курчатовского комплекса НБИКС-природоподобных технологий и Курчатовского комплекса синхротронно-нейтронных исследований НИЦ «Курчатовский институт». Студенты и выпускники кафедры занимаются научной деятельностью в следующих областях:

- биотехнологии;
- клеточные технологии и регенеративная медицина;
- нейрокогнитивные исследования и нейробиология;
- применение синхротронных и нейтронных методов исследований в материаловедении, белковой кристаллографии и других областях;
- применение естественнонаучных методов исследований для изучения объектов культурного наследия;

- разработка нейроморфных вычислительных систем;
- генетические технологии;
- высокотемпературная сверхпроводимость;
- применение методов зондовой и электронной микроскопии для научных исследований и разработок;
- разработка биоробототехнических систем;
- новые технологии в микроэлектронике;
- водородная энергетика.

Сотрудники кафедры участвуют в реализации федеральных научно-технических программ развития синхротронных и нейтронных исследований и исследовательской инфраструктуры на 2019 – 2027 годы и развития генетических технологий на 2019 – 2027 годы.

Базовые организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт». Коллективом Курчатовского института были разработаны и созданы первый в Москве циклотрон (1944), первый в Европе атомный реактор (1946), первая советская атомная бомба (1949), первая в мире термоядерная бомба (1953), первая в мире промышленная атомная электростанция (1954), первый в СССР атомный реактор для подводных лодок (1958) и атомных ледоколов (атомный ледокол «Ленин», 1959), крупнейшая установка для проведения исследований по осуществлению регулируемых термоядерных реакций (1958). Создана летающая атомная лаборатория на основе самолета Ту-95, прототипы ядерных ракетных двигателей минимальной размерности, создан электрореактивный (импульсно-плазменный) двигатель, который был испытан в космосе в 1964 году на спутнике «Зонд-2», созданы и испытаны в космосе ионный с объёмной ионизацией и стационарный плазменный двигатели на спутнике «Метеор». Созданы исследовательские реакторы, построены первые токамаки, опыт создания которых использован при постройке более современных установок. Токамак Т-10 продолжает работу в настоящее время, на нём испытывается оборудование, предназначенное для установки на международный экспериментальный термоядерный реактор ИТЭР. В Курчатовском институте находится и крупный токамак Т-15 со сверхпроводящей магнитной системой, однако эксперименты на нём не проводятся.