

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ливанов Дмитрий Викторович
Должность: Ректор
Дата подписания: 09.07.2024 15:24:00
Уникальный программный ключ:
c6d909c49c1d2034fa3a0156c4eaa51e7232a3a2

Утверждена решением
Ученого совета МФТИ
от 30 мая 2024 г.
(протокол № 01/05/2024)

**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)
ОБЩАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ФИЗИКА**

**Год начала обучения по образовательной программе
2024 г.**

Основная образовательная программа высшего образования по направлению подготовки 03.04.01 Прикладные математика и физика, направленность (профиль) Общая и прикладная физика, 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 1 249 часов.

Язык реализации программы: русский.

Использование сетевой формы реализации образовательной программы: да.

Цель программы:

Программа направлена на подготовку высокопрофессиональных специалистов, способных совершать научные открытия на самых передовых рубежах физики и наукоемких технологий. Студенты и выпускники нацелены на исследования проблем общемировой научной повестки в условиях жесткой конкуренции и международной интеграции на горизонте познания физических закономерностей в области квантовых компьютеров и нано-физики, изучения происхождения и строения материи, Вселенной и сил природы, создания теории великого синтеза всех взаимодействий и решения проблем инновационных энергетических технологий. Выпускники успешно работают в исследовательских институтах России и за рубежом.

Образовательная программа реализуется в сетевой форме совместно с базовыми организациями: НИЦ «Курчатовский институт», НИЦ «Курчатовский институт» - ИТЭФ, НИЦ «Курчатовский институт» - ИФВЭ.

2. Характеристика профессиональной деятельности выпускников:

Области профессиональной деятельности и сферы профессиональной деятельности,

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

24 Атомная промышленность (в сфере проведения фундаментальных и прикладных исследований, инновационных и опытно-конструкторских разработок в области ядерной физики, теоретической физики и физики элементарных частиц, физики экстремальных состояний, общей и прикладной физики, проблем физики и энергетики, нано-, информационных и когнитивных технологий);

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:

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

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 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;

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;

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;

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.

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;

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

24.078 Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий.

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
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

	D	Осуществление научного руководства в соответствующей области знаний	7	Формирование новых направлений научных исследований и опытно-конструктор ских разработок	D/01.7	7
				Подготовка и осуществление повышения квалификации кадров высшей квалификации в соответствующей области знаний	D/02.7	7
				Координация деятельности соисполнителей, участвующих в выполнении работ с другими организациями	D/03.7	7
				Определение сферы применения результатов научно-исследовател ьских и опытно-конструктор ских работ	D/04.7	7
24.078 Профессиональный стандарт "Специалист-исследо ватель в области ядерно-энергетическ их технологий"	B	Выработка направлений прикладных научно-исследовател ьских и опытно-конструктор ских работ по совершенствованию ядерно-энергетическ их технологий и руководство	7	Руководство и управление деятельностью персонала и обеспечение безопасного проведения научно-исследовател ьских и опытно-конструктор ских работ	B/01.7	7

		деятельностью подчиненного персонала по их выполнению	Обобщение результатов, проводимых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с целью выработка предложений по разработке новых и усовершенствованию действующих ядерно-энергетических технологий	В/02.7	7
--	--	-------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------	---

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, выработать 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, выработывая 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-исследователь в области ядерно-энергетических технологий
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 научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам

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 74,17 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 $\frac{5}{6}$ недели, из которых 59 $\frac{1}{6}$ недель теоретического и практического обучения, 18 недель зачетно-экзаменационного периода, 3 недели государственной итоговой аттестации и 16 $\frac{4}{6}$ 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: 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»;

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

ЭБС издательства «Лань»;

ЭБС издательства «Юрайт»;

ЭБС издательства «IBooks.ru»;

ЭБС Books.mipt.ru;

ЭБС ZNANIUM.COM;

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 Российской академии 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;

полнотекстовый журнал Science Online (American Association for the Advancement of Science);

база данных Journals (Bentham Science Publishers);

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.);

журналы РАН;

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

База данных Academic Reference (China Academic Journals (CD Edition) Electronic Publishing House Co., Ltd);

база данных The Cochrane Library (John Wiley & Sons, Inc.);

база данных CSD-Enterprise (The Cambridge Crystallographic Data Centre).

В процессе проведения учебных занятий и практик используется программное обеспечение, находящееся в открытом доступе либо предоставляемое по лицензии МФТИ или базовой кафедры; электронные и печатные литературные ресурсы, находящиеся в открытом доступе либо в библиотечных системах МФТИ и базовых организаций. Учебные аудитории оснащены необходимым оборудованием, техническими приспособлениями и программным обеспечением для проведения лекционных, семинарских, лабораторных занятий и практик.

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 природоподобных, плазменных и ядерных технологий, 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 доктором наук, проф., чл.-кор. РАН Ковальчуком Михаилом Валентиновичем, 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.

Ковальчук Михаил Валентинович назначен на должность президента Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» Указом Президента РФ 7 декабря 2015 года.

Выпускник физического факультета Ленинградского государственного университета (1970), доктор физико-математических наук (1988), профессор (1998), член-корреспондент РАН (2000).

С 1998 по 2013 год – директор Института кристаллографии имени А.В. Шубникова РАН. В 2005 – 2010 гг. – директор Российского научного центра «Курчатовский институт». В 2010 – 2015 гг. – основатель и первый директор Национального исследовательского центра «Курчатовский институт».

Исследования М.В. Ковальчука заложили основу принципиально нового метода изучения структуры вещества, основанного на сочетании возможностей рентгеновской дифракции и спектроскопии – метода стоячих рентгеновских волн, имеющего важное практическое значение для исследования наносистем. М.В. Ковальчук – ведущий ученый в области рентгеновской физики, кристаллографии и нанодиагностики, один из идеологов и организаторов развития нанотехнологий в России.

В 1999 г. М.В. Ковальчук назначен директором «Курчатовского центра синхротронных исследований». Под его руководством введен в эксплуатацию первый и единственный в России специализированный Курчатовский источник синхротронного излучения и создано новое поколение прецизионного рентгеновского оборудования мирового класса. Работы М.В. Ковальчука с использованием синхротронного излучения послужили фундаментом для превращения рентгеновских методов в инструмент для изучения структуры поверхности, тонких слоев и определения положения отдельных атомов.

Междисциплинарные исследования, начатые М.В. Ковальчуком в Институте кристаллографии РАН и продолженные в Курчатовском институте, вышли на новый уровень с развитием принципиально нового научного направления – конвергенции нано-, био-, инфо-, когнитивных и социогуманитарных (НБИКС) наук и технологий. М.В. Ковальчук сформировал стратегию развития этого нового прорывного направления в России и в 2009 создал году не имеющий мировых аналогов Курчатовский

НБИКС-центр, где под его научным руководством развиваются исследования, направленные на конвергенцию современных технологий с «конструкциями» живой природы.

По инициативе и при непосредственном участии М.В. Ковальчука в Курчатовском институте была сформирована научная программа, ориентированная прежде всего на проведение междисциплинарных научных исследований на крупных исследовательских комплексах (мегаустановках). Реализация этой программы позволила развернуть на качественно новом уровне работы практически по всем направлениям современной науки: от энергетики, конвергентных технологий и физики элементарных частиц до высокотехнологичной медицины, биологии и информационных технологий.

М.В. Ковальчук – руководитель межведомственной рабочей группы по направлению «Международное научно-техническое сотрудничество» Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию.

Также Михаил Валентинович является деканом физического факультета СПбГУ, заведующим кафедрой оптики, спектроскопии и физики наносистем физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова и кафедрой нейтронной и синхротронной физики СПбГУ; главным редактором журнала «Кристаллография» РАН.

М.В. Ковальчук состоит в международном управляющем комитете глобального научного проекта XFEL.

М.В. Ковальчук – многолетний автор и ведущий научно-популярной телепрограммы «Истории из будущего с Михаилом Ковальчуком» на «Пятом канале» и «Картина мира с Михаилом Ковальчуком» на телеканале «Культура» (с 2019 года).

Государственные награды, звания и премии: лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники за 2006 год, лауреат премии имени Е.С. Федорова Президиума РАН за 2009 год, удостоен премии Правительства Российской Федерации в области образования (2012), полный кавалер ордена «За заслуги перед Отечеством»: IV степени (2006), III степени (2011), II степени (2016) и I степени (2018).

М.В. Ковальчук является автором и соавтором более 250 научных работ, в том числе 21 авторского свидетельства и 10 патентов. Индекс Хирша по данным Scopus равен 18, по данным РИНЦ — 18.

М.В. Ковальчук назначен членом координационного комитета по проведению в Российской Федерации Десятилетия науки и технологий (Указ Президента РФ №231 от 25 апреля 2022 г.).

Список избранных научных работ:

Afanasev A. M., Kovalchuk M. V., Kovev E. K., Kohn V. G. X-Ray Diffraction in a Perfect Crystal with Disturbed Surface Layer // *Phys. stat. sol.(a)*. 1977. Vol. 42. P. 415–422.

Hertel N., Kovalchuk M. V., Afanasev A. M., Imamov R. M. A new method of measuring electron emission from monocrystals under X-Ray-diffraction conditions // *Physics letters*. 1980. Vol. 75A. № 6. P. 501–502.

Kovalchuk M. V., Hertel N., Melkonyan M. K., Imamov R. M., Aleksandrov P. A. Fluorescence Yield Curves under X-Ray Diffraction Conditions // *Phys. stat. sol.(a)*. 1981. Vol. 66. P. k173—k177.

Ковальчук М. В., Мухамеджанов Э. Х. Новые возможности метода стоячей рентгеновской волны в случае фотоэлектронной эмиссии // *Физика твердого тела*. 1983. Т. 25. Вып. 12. С. 3532–3536.

Bedzyk M. J., Materlik G., Kovalchuk M.V. X-ray-standing-wave-modulated electron emission near absorption edges in centrosymmetric and noncentrosymmetric crystals // *Physical review B*. 1984. September. Vol. 30. № 5. P. 2453–2461.

Bedzyk M. J., Materlik G., Kovalchuk M. V. Depth-selective X-ray standing-wave analysis // *Physical review B*. 1984. October. Vol. 30. № 8. P. 4881–4884.

Ковальчук М. В., Кон В. Г. Рентгеновские стоячие волны — новый метод исследования структуры кристаллов // *Успехи физических наук*. 1986. Т. 149. Вып. 1. С. 69–103.

Kazimirov A. Yu., Kovalchuk M. V., Kohn V. G. X-Ray Standing Waves in the Laue Case-Location of Impurity Atoms // *Acta Cryst.* 1990. Vol. 46. P. 649–656.

Vartanyantz I. A., Kovalchuk M. V., Beresovsky V. M. Theoretical investigations of secondary emission yield

- and standing waves in curved crystals under dynamical Bragg diffraction of X-Rays (Taupin problem) // *Phys. D: Appl. Phys.* 1993. Vol. 26. P. A197—A201.
- Burattini E., Cappuccio G., Simeoni S., Kharitonov I. Yu., Kovalchuk M. V., Novikova N. N., Sosphenov A. N., Zheludeva S. I. Ultrathin film characterization by standing wave photoemission measurements // *Synchrotron Radiation News*. 1993. Vol. 6. № 5. P. 16–18.
- Kazimirov A. Yu., Kovalchuk M. V., Kohn V. G., Ishikawa T., Kikuta S., Hirano K. Direct Measurements of X-Ray Anomalous Transmission in Six-Beam Laue Diffraction // *Europhys. Lett.* 1993. Vol. 24. № 3. P. 211–216.
- Kovalchuk M. V., Kazimirov A. Yu., Zheludeva S. I. Surface-sensitive X-Ray diffraction methods: physics, applications and related X-Ray and SR instrumentation // *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*. 1995. Vol. 101. P. 435–452.
- Носик В. Л., Ковальчук М. В. Формирование стоячих нейтронных волн при динамической дифракции тепловых нейтронов на монокристаллах // *Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования*. 2000. № 1. С. 120–128.
- Novikova N. N., Zheludeva S. I., Kononov O. V., Kovalchuk M. V., Stepina N. D., Myagkov I. V., Godovsky Yu. K., Makarova N. N., Tereschenko E. Yu., Yanusova L. G. Total reflection X-ray fluorescence study of Langmuir monolayers on water surface // *J. Appl. Cryst.* 2003. Vol. 36. P. 727–731.
- Благов А. Е., Ковальчук М. В., Кон В. Г., Лидер В. В., Писаревский Ю. В. Исследование возможностей управления рентгеновским пучком с помощью кристалла, подвергнутого длинноволновым ультразвуковым колебаниям // *ЖЭТФ*. 2005. Т. 128, вып. 5. С. 893–903.
- Благов А. Е., Ковальчук М. В., Кон В. Г., Писаревский Ю. В. Динамическое изменение параметра решетки кристалла с помощью ультразвука в рентгенодифракционных экспериментах // *Кристаллография*. 2006. Т. 51, вып. 5. С. 779–784.
- Bezsudnova E. Y., Kovalchuk M. V., Mardanov A. V., Poliakov K. M., Popov V. O., Ravin N. V., Skryabin K. G., Smagin V. A., Stekhanova T. N., Tikhonova T. V. Overexpression, purification and crystallization of a thermostable DNA ligase from the archaeon *Thermococcus* sp. 1519 // *Acta Cryst.* 2009. Vol. F65. P. 368–371.
- Желудева С. И., Новикова Н. Н., Ковальчук М. В., Степина Н. Д., Коновалов О. В., Юрьева Э. А. Рентгенофлуоресцентные исследования элементного состава и молекулярной организации белковых пленок на поверхности жидкой субфазы // *Кристаллография*. 2009. Т. 54. № 6. С. 968–976.
- Новикова Н. Н., Ковальчук М. В., Юрьева Э. А., Коновалов О. В., Рогачев А. В., Степина Н. Д., Сухоруков В. С., Царегородцев А. Д., Чухрай Е. С., Якунин С. Н. Рентгенофлуоресцентные измерения в условиях полного внешнего отражения для исследования взаимодействия белков с ионами металлов в биологических системах // *Кристаллография*. 2012. Т. 57. № 5. С. 727–734; *Crystallography Reports*. 2012. Vol. 57, № 5. P. 648–655.
- Куранова И. П., Ковальчук М. В. Кристаллы для изучения белковых структур // *Природа*. 2014. № 3. С. 12–21.
- Щербина М. А., Чвалун С. Н., Пономаренко С. А., Ковальчук М. В. Современные подходы к исследованию тонких пленок и монослоев: рентгеновская рефлектометрия, рассеяние в скользящих углах отражения и метод стоячих рентгеновских волн // *Успехи химии*. 2014. Т. 83. № 12. С. 1091–1119.
- Бойко К. М., Попов В. О., Ковальчук М. В. Перспективные методы кристаллизации макромолекул, уменьшающие конвекционный транспорт вещества к растущему кристаллу // *Успехи химии*. 2015. Т. 84. № 8. С. 853–859; *Russian Chemical Reviews*. 2015. Vol. 84. № 8. P. 853–859.
- Ковальчук М. В., Яцишина Е. Б., Благов А. Е., Терещенко Е. Ю., Просеков П. А., Дьякова Ю. А. Рентгеновские и синхротронные методы в исследованиях объектов культурного наследия // *Кристаллография*. 2016. Т. 61. № 5. С. 681–690; *Crystallography Reports*. 2016. Vol. 61. № 5. P. 703–717.
- Dyakova Y. A., Blagov A. E., Marchenkova M. A., Pisarevskiy Y. V., Prosekov P. A., Volkov V. V., Kovalchuk M. V. «New approach to protein crystallization. Investigation of various crystallization stages of lysozyme» // *Acta Crystallographica A*. 2016. Vol. 72. P. 238.
- Lapkin D. A., Emelyanov A. V., Demin V. A., Erokhin V. V., Feigin L. A., Kashkarov P. K., Kovalchuk M.

V. Polyaniline-based memristive microdevice with high switching rate and endurance // Applied Physics Letters. 2018. Vol. 112. Issue 422. No 043302.

Kulikov A. G., Blagov A. E., Marchenkov N. V., Lomonov V. A., Vinogradov A. V., Pisarevsky Yu. V., Kovalchuk M. V. Rearrangement of the Structure of Paratellurite Crystals in a Near-Surface Layer Caused by the Migration of Charge Carriers in an External Electric Field // JETP Letters. 2018. Vol. 107(10). P. 646.

Boyko K. M., Baymukhametov T. N., Chesnokov Y. M., Hons M., Lushchekina S. V., Konarev P. V., Lipkin A. V., Vasiliev A. L., Masson P., Popov V. O., Kovalchuk M. V. 3D structure of the natural tetrameric form of human butyrylcholinesterase as revealed by cryoEM, SAXS and MD // Biochimie. 2019. Vol. 156. P. 196.

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. Self-adaptive STDP-based learning of a spiking neuron with nanocomposite memristive weights // Nanotechnology. 2020. Vol. 31. Issue 4. No 045201.

Demin V. A., Nekhaev D. V., Surazhevsky I. A., Nikiruy K. E., Emelyanov A. V., Nikolaev S. N., Rylkov, V. V., Kovalchuk M. V. Necessary conditions for STDP-based pattern recognition learning in a memristive spiking neural network // Neural Networks. 2021. Vol. 134. P. 64.

13. Сведения о кафедрах, участвующих в реализации образовательной программы

кафедра моделирования ядерных процессов и технологий: заведующий кафедрой – д-р физ.-ма . наук, доц. Клосс Юрий Юрьевич, начальник отдела НИЦ «Курчатовский институт». Главная цель базовой кафедры «Моделирование ядерных процессов и технологий» состоит в подготовке физиков-исследователей новой генерации, владеющих современными методами суперкомпьютерного моделирования в фундаментальной и прикладной квантовой физике. Кафедра готовит специалистов для актуальных исследований по следующим ключевым направлениям: суперкомпьютерное моделирование в фундаментальной и прикладной квантовой физике; газокинетическая теория; физическая кинетика переноса излучений; ядерные технологии.

Базовые организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт». В рамках НИЦ «Курчатовский институт» сосредоточен научный, технологический и кадровый потенциал, необходимый для развития принципиально новых отраслей науки и технологий, разработки и освоения перспективных производственных технологий на основе крупных, уникальных исследовательско-технологических мегаустановок и комплексов (мегасайенс). Со дня основания в Курчатовском институте реализуется междисциплинарный подход, нацеленный на замкнутый цикл: от фундаментальных исследований до конечных технологий.

кафедра теоретической астрофизики и квантовой теории поля: заведующий кафедрой – д-р физ.-мат. наук Утробин Виктор Павлович, ведущий научный сотрудник НИЦ «Курчатовский институт». В последние годы астрофизика переживает революционный период, благодаря обилию новых экспериментальных астрофизических данных, требующих теоретического осмысления. В области теоретической астрофизики основное внимание на кафедре уделяется физике сверхновых звёзд, которые являются самыми мощными по энерговыделению взрывами в окружающем нас космическом пространстве. Реликтами этих взрывов являются нейтронные звёзды и чёрные дыры, интерес к которым неуклонно растёт в последние годы. Теория этих процессов, объединяя знания теории относительности, ядерной физики, физики плазмы, физики сверхвысоких плотностей вещества, релятивистской гидродинамики, является единственным методом расшифровки 'чёрного ящика' Вселенной.

На кафедре читаются современные курсы по общим вопросам квантовой теории поля, квантовой хромодинамике, электрослабой теории, классическим решениям в теории поля, теории интегрируемых систем и теории струн. Важную роль играют курсы по приложению теории групп и топологии в квантовой теории поля. Современные астрофизические курсы включают в себя теорию взрывов сверхновых, космологические модели, физику плазмы. Большое значение на кафедре придается максимально быстрому включению студентов в научную работу, и подавляющая часть студентов к моменту завершения образования имеет несколько работ, опубликованных в ведущих

научных журналах. На кафедре уже много лет функционирует семинар, на котором студенты и аспиранты рассказывают оригинальные работы и делают обзоры наиболее интересных результатов последнего времени. Практически все студенты старших курсов принимают участие в международных школах и конференциях.

За последние годы на кафедре защищено 9 кандидатских диссертаций, большая часть выпускников кафедры поступают в аспирантуру ИТЭФ и МФТИ или зарубежных университетов. У кафедры тесные связи с университетами Германии, Франции, США, Швеции.

Базовые организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Институт теоретической и экспериментальной физики имени А.И. Алиханова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» – это многопрофильный научный центр в области изучения физики ядра и частиц, астрофизики, математической и радиационной физики. Также в институте ведутся успешные исследования в области физики твердого тела, ионных пучков, медицинской физики, физики безопасных ядерно-энергетических установок и фундаментальных свойств материи. Институт был основан с целью создания тяжеловодного ядерного реактора для производства делящихся ядерных материалов и исследований в области космических лучей. В 1949 году здесь был пущен первый в СССР и в Европе тяжеловодный исследовательский реактор. В 1961 году на территории ИТЭФ был построен первый в стране протонный синхротрон с жесткой фокусировкой на энергию 7 ГэВ. На базе ускорителя созданы Центр протонно-лучевой терапии и Ускорительно-накопительный комплекс ИТЭФ-ТВН. В 2009 году Институт присоединился к проекту по созданию Национального исследовательского центра «Курчатовский институт».

кафедра физики высоких энергий: заведующий кафедрой – д-р физ.-мат. наук, проф. Зайце Александр Михайлович, главный научный сотрудник НИЦ «Курчатовский институт». Кафедра ведет подготовку специалистов для работы в различных направлениях физики высоких энергий. Основные сферы деятельности выпускников кафедры – экспериментальная физика элементарных частиц и ядер, теория и феноменология фундаментальных взаимодействий, математическая физика, физика ускорителей и пучков заряженных частиц, методы регистрации частиц, ядерно-физическая электроника, методы измерений и обработки экспериментальных данных, использование ядерно-физических методов в физике твердого тела и медицине.

Базовые организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Институт физики высоких энергий имени А.А. Логунова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» – один из ведущих научных центров в России в области физики высоких энергий и физики частиц. Институт был создан в г. Протвине Московской области в 1963 году для проведения фундаментальных исследований строения материи на ускорителе протонов на энергию 70 млрд. электрон-вольт (70 ГэВ). На базе крупнейшего в России ускорительного комплекса У-70 Институт проводит исследования в области ядерной физики, физики пучков заряженных частиц, ведет разработку новых ускорительных технологий. Специалисты НИЦ «Курчатовский институт» - ИФВЭ внесли большой вклад в разработку и изготовление уникального электрофизического оборудования для ряда международных мегапроектов, в том числе Большого адронного коллайдера. Исследования и разработки ученых Института в области сверхпроводимости находят применение в мегапроектах XFEL и FAIR.