

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ливанов Дмитрий Викторович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 02.11.2023 17:51:34  
Уникальный программный ключ:  
с6d909c49c1d2034fa3a0156c4eaa51e7232a3a2

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)  
БИОИНЖЕНЕРИЯ И БИОИНФОРМАТИКА**

**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) Биоинженерия и биоинформатика, 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 1 026 часов.

**Язык реализации программы:** русский.

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

#### **Цель программы:**

Программа создана на стыке биохимии, биофизики, молекулярной биологии и биотехнологии, направлена на изучение принципов функционирования живых систем, их конструирования и применения. Изучаемые в ходе освоения программы теоретические основы и методы генетической, белковой, клеточной инженерии, биоинформатики определяют сегодня результативность новейшей биологии и в целом научно-технического прогресса. Особенностью программы является широкое использование экспериментальных методов, сочетающих физико-химические методы анализа с традиционными биологическими подходами.

Образовательная программа реализуется в сетевой форме совместно с базовыми организациями: Иоген РАН, ИМБ 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 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;

объекты техники, технологии и производства;

природные и социальные явления и процессы.

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

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

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	Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	В/02.6	6
	D	Осуществление научного руководства в соответствующей области знаний	7	Формирование новых направлений научных исследований и опытно-конструкторских разработок	D/01.7	7
				Определение сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	D/04.7	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

<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
<p>ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук</p>	<p>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</p>

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>		
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 научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам

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 научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам
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 79,17 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 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: выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

Программа государственной итоговой аттестации (Приложение б) 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.

– 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;

российские 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**

Педагогические работники, обеспечивающие обучение профильным дисциплинам образовательной программы, являются высококвалифицированными специалистами в сфере биофизики, молекулярной биологии и биотехнологии, осуществляющими свою профессиональную деятельность в ИОГен РАН, ИМБ РАН, ИБХ РАН.

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 канд. биол. наук, Кузьминым Денисом 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.

Кузьмин Денис Владимирович – кандидат биологических наук, директор Физтех-школы биологической и медицинской физики.

2016-2019: ООО "Виридиас" (портфельная компания РОСНАНО), генеральный директор.

Биотехнологический стартап по разработке и внедрению в клиническую практику антибиотиков нового поколения против метициллин-резистентного стафилококка. Компания успешно привлекла финансирование от I2BF-Rusnano Strategic Resources Fund и фонда "Сколково". В рамках Start-Up Village проект "Виридиас" занял второе место среди всех участников конкурса (2017 г.).

2014-2019: ООО "Соликсант" (портфельная компания РОСНАНО). Генеральный директор и член Совета директоров.

Организация деятельности российского подразделения американской компании Solix Algedients Inc.; реализация трансфера технологии в РФ – импорт и локализация фотобиореакторов Solix серии "Lumia AGS260", не имеющих аналогов в РФ; организация скрининга штаммов микроводорослей из коллекции всех ведущих НИИ на предмет наличия веществ с высоким потенциалом коммерциализации в области биологически активных добавок.

ООО "Соликсант" было успешно выделено в самостоятельную компанию и привлекло

финансирование от I2BF-Rusnano Strategic Recourses Fund и фонда "Сколково". В рамках Startup Village проект "Соликсонт" занял второе место среди всех участников конкурса (2016 г.).

В рамках деятельности ООО "Соликсонт" был запущен спин-офф проект "Pond Superfoods" – производство биологически активной добавки на основе спирулины. Продукт был выведен в крупнейшие ретейл и аптечные сети РФ.

2013-2019: Учебно-научный Центр ИБХ РАН. Руководитель научной группы. Разработка противоопухолевых препаратов молекулярно-направленного действия на основе антимикробных пептидов животных.

2009-2014: Независимая лаборатория "Инвитро". Работа по модели франчайзинга. Создание и управление сетью медицинских центров, привлечение инвестиций, финансовое и стратегическое планирование; выведение на рынок СНГ инновационных молекулярно-генетических методов диагностики; запуск и реализация совместных федеральных программ с Минздравсоцразвития.

Статьи:

1. Large-Scale Transcriptomics-Driven Approach Revealed Overexpression of CRNDE as a Poor Survival Prognosis Biomarker in Glioblastoma. Sorokin M., Buzdin A., Suntsova M., Raevskiy M., Kuzmin D.V., Zottel A., Šamec N., Jovčevska I., Vidmar M.S., Matjašič A., Zupan A., Mlakar J. *Cancers*. 2021. Т. 13. № 14.

2. Algorithmic Annotation of Functional Roles for Components of 3,044 Human Molecular Pathways. Sorokin M., Borisov N., Garazha A., Buzdin A., Gudkov A., Kuzmin D., Zolotovskaia M. *Frontiers in Genetics*. 2021. Т. 12. № FEB. С. 617059.

3. Human blood serum can donor-specifically antagonize effects of EGFR-targeted drugs on squamous carcinoma cell growth. Kamashev D., Sorokin M., Kochergina I., Drobyshev A., Vladimirova U., Shaban N., Buzdin A., Zolotovskaia M., Raevskiy M., Kuzmin D., Vorotnikov I.

*Heliyon*. 2021. Т. 7. № 3. С. e06394.

4. Применение 6-фтор-3-триазеноиндоллов для терапии инфекций, вызванных MRSA. Кузьмин Д.В., Сорокин Б.А., Филимонова А.В., Емельянова А.А., Ершова О.А. Патент на изобретение RU 2712265 С1, 28.01.2020. Заявка № 2019105086 от 22.02.2019.

5. Mutation Enrichment and Transcriptomic Activation Signatures of 419 Molecular Pathways in Cancer. Zolotovskaia M.A., Buzdin A.A., Roumiantsev S.A., Kuzmin D.V., Tkachev V.S., Sorokin M.I., Seryakov A.P., Kamashev D.E. *Cancers*. 2020. Т. 12. № 2. С. 271.

6. RNA Sequencing-Based Identification of Ganglioside GD2-Positive Cancer Phenotype. Sorokin M., Kalinovsky D., Doronin I., Nikitin D., Deyev S., Buzdin A., Kholodenko R., Kholodenko I., Shamanskaya T., Kononov D., Mironov A., Kuzmin D. *Biomedicines*. 2020. Т. 8. № 6. С. 142.

7. Противоопухолевая активность антимикробного пептида козы ChMAP-28. Емельянова А.А., Кузьмин Д.В., Пантелеев П.В., Овчинникова Т.В. В книге: Перспективные направления физико-химической биологии и биотехнологии. Сборник тезисов XXXI зимней молодежной научной школы. Под редакцией Т.В. Овчинниковой, Л.И. Петровой. 2019. С. 14.

8. Изучение цитотоксических свойств бета-спилечных антимикробных пептидов мечехвостов. Маргграф М.Б., Пантелеев П.В., Кузьмин Д.В., Овчинникова Т.В. В книге: Перспективные направления физико-химической биологии и биотехнологии. Сборник тезисов XXXI зимней молодежной научной школы. Под редакцией Т.В. Овчинниковой, Л.И. Петровой. 2019. С. 20.

9. Изучение цитотоксических свойств антимикробного пептида полифемузина III. Маргграф М.Б., Кузьмин Д.В., Пантелеев П.В., Овчинникова Т.В. В книге: Биотехнология: состояние и перспективы развития. Материалы международного конгресса. 2019. С. 174-175.

10. Pathway Based Analysis of Mutation Data Is Efficient for Scoring Target Cancer Drugs. Zolotovskaia Ma., Sorokin Mi., Emelianova Aa., Borisov Nm., Kuzmin Dv., Borger P., Garazha Av., Buzdin Aa. *Frontiers in Pharmacology*. 2019. Т. 10. № JAN. С. 1.

11. Штамм одноклеточной микроводоросли *Eustigmatos magnus* – продуцент эйкозапентаеновой кислоты. Кузьмин Д.В., Гусев Е.С., Петрушкина М.А., Патова Е.Н., Новаковская И.В. Патент на изобретение RU 2661116 С1, 11.07.2018. Заявка № 2017143643 от 13.12.2017.

12. Штамм одноклеточной микроводоросли *mallomonas kalinae* - продуцент каротиноида

фукоксантина. Кузьмин Д.В., Гусев Е.С., Петрушкина М.А. Патент на изобретение RU 2644260 С1, 08.02.2018. Заявка № 2017114369 от 25.04.2017.

13. Сравнение цитотоксического действия альфа-спиральных пептидов ChMAP-28 и мелиттина. Емельянова А.А., Кузьмин Д.В., Пантелеев П.В., Овчинникова Т.В. В книге: Перспективные направления физико-химической биологии и биотехнологии. Сборник тезисов XXX зимней молодежной научной школы. 2018. С. 10.

14. Изучение цитотоксических свойств аналогов антимикробного пептида тахиплезина I. Маргграф М.Б., Кузьмин Д.В., Пантелеев П.В., Овчинникова Т.В. В книге: Биотехнология: состояние и перспективы развития. Материалы международного форума. 2018. С. 143-144.0

15. Сравнение цитотоксического действия альфа-спиральных пептидов ChMAP-28 и мелиттина. Емельянова А.А., Кузьмин Д.В., Пантелеев П.В., Овчинникова Т.В. В книге: Биотехнология: состояние и перспективы развития. Материалы международного форума. 2018. С. 180-181.

16. Профиль жирных кислот *parietochloris* sp. при разных условиях культивирования. Голубева А.И., Бутаева Г.Б., Петрушкина М., Сорокин Б., Зотько Н., Намсараев З., Кузьмин Д., Гусев Е., Мальцев Е., Филимонова А. В книге: Биотехнология: состояние и перспективы развития. Материалы международного форума. 2018. С. 37-38.

17. Simultaneous increase in cellular content and volumetric concentration of lipids in *Bracteacoccus bullatus* cultivated at reduced nitrogen and phosphorus concentrations. Mamaeva A., Gusev E., Petrushkina M., Filimonova A., Sorokin B., Zotko N., Kuzmin D., Namsaraev Z., Maltsev Y., Kulikovskiy M., Vinokurov V., Kopitsyn D., Petrova D., Novikov A. *Journal of Applied Phycology*. 2018. Т. 30. № 4. С. 2237-2246.

18. Изучение противоопухолевого эффекта антимикробного пептида тахиплезина I при совместном применении с цисплатином в экспериментах *in vitro*. Кузьмин Д.В., Емельянова А.А., Калашникова М.Б., Пантелеев П.В., Овчинникова Т.В. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*. 2018. Т. 165. № 2. С. 183-187.

19. Cytotoxic potential of the novel horseshoe crab peptide polyphemusin III. Marggraf M.B., Panteleev P.V., Emelianova A.A., Sorokin M.I., Bolosov I.A., Buzdin A.A., Kuzmin D.V., Ovchinnikova T.V. *Marine Drugs*. 2018. Т. 16. № 12. С. 466.

20. Comparative *in vitro* study on cytotoxicity of recombinant  $\beta$ -hairpin peptides. Kuzmin D.V., Emelianova A.A., Kalashnikova M.B., Panteleev P.V., Balandin S.V., Serebrovskaya E.O., Belogurova-Ovchinnikova O.Y., Ovchinnikova T.V. *Chemical Biology and Drug Design*. 2018. Т. 91. № 1. С. 294-303.

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

центр образовательных программ Физтех-школы биологической и медицинской физики: руководитель центра, Голенкова Анна Николаевна, аналитик. Центр образовательных программ собрал в себя совокупность различных программ и направлений, преподаватели обладают различными компетенциями, дисциплины ведут практикующие специалисты в различных областях, а набор студентов повышается с каждым годом.

Студенты учатся обработке и анализу больших объемов информации о биологических объектах как доступной в настоящий момент, так и той, которая станет доступной в ближайшее время, с учетом тенденции к экспоненциальному росту этих данных. Также они изучают, как разрабатываются методы молекулярной диагностики и выбираются новые мишени для лекарственных препаратов.

кафедра молекулярной и клеточной биологии: заведующий кафедрой, д-р физ.-мат. наук, проф., Заседателев Александр Сергеевич, заведующий лабораторией биологических микрочипов ИБМ РАН. Кафедра молекулярной и клеточной биологии ФБМФ готовит специалистов высшей квалификации с разносторонним опытом изучения биомолекулярных систем для проведения исследований в области фундаментальных наук о жизни и биотехнологии, а также для практических работ по созданию новых медицинских препаратов и оборудования. Студенты и аспиранты, закончившие кафедру, успешно защищают кандидатские диссертации, находят работу в лидирующих центрах мировой науки и решают актуальные проблемы современной молекулярной и клеточной биологии с применением всего арсенала биологических, химических, физических и математических методов. Базовым

институтом кафедры является Институт молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта РАН, а также исследовательские коллективы ИБГ РАН, ИБХ РАН, ИМГ РАН и Института вирусологии, которые имеют достаточно средств для проведения экспериментов высокого уровня, для оплаты работы сотрудников, аспирантов и студентов. Кафедра молекулярной и клеточной биологии ФБМФ готовит специалистов высшей квалификации с разносторонним опытом изучения биомолекулярных систем для проведения исследований в области фундаментальных наук о жизни и биотехнологии, а также для практических работ по созданию новых медицинских препаратов и оборудования.

Базовые организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт молекулярной биологии им. В.А.Энгельгардта Российской академии наук, инициатор исследований по структурно-функциональному анализу хромосом человека и растений, тРНК и аминоксил-тРНК-синтетазам, кристаллографии белков, молекулярной энзимологии, обратной транскрипции, расшифровке нуклеотидных последовательностей ДНК и РНК, молекулярной иммунологии, структуре нуклеосом, подвижным генетическим элементам животных, молекулярной генетике цитокинов семейства фактора некроза опухолей, созданию уникальных биомедицинских моделей с помощью технологий обратной генетики, ДНК-лигандным взаимодействиям, биологическим микрочипам, геномной дактилоскопии, молекулярным механизмам нейродегенерации и старения, технологиям генетического редактирования. С 1988 по 2002 г. ИМБ РАН в качестве головного института возглавлял геномные исследования в СССР и России в рамках Федеральной программы "Геном человека" (руководители - академики А.А. Баев и Л.Л. Киселев).

Научные направления ИМБ РАН:

- молекулярная и клеточная инженерия; биоинженерия;
- онкогеномика, онкодиагностика, онкопрогностика, онковирусология;
- подвижные и повторяющиеся генетические элементы животных, и их эволюция; молекулярная иммунология;
- структура и молекулярная динамика биополимеров;
- создание новых биологически активных соединений;
- генетическая энзимология;
- передача сигнала на молекулярном и клеточном уровнях;
- геномная и протеомная биоинформатика;
- разработка фундаментальных основ новых молекулярных и клеточных технологий, бионанотехнологии;
- геномика растений.

кафедра физико-химической биологии и биотехнологии: заведующий кафедрой, д-р хим. наук, проф., Арсеньев Александр Сергеевич, зав. отделом структурной биологии Института биоорганической химии им. академиков М.М.Шемякина и Ю.А.. Задачей кафедры является подготовка высококвалифицированных специалистов по новейшим направлениям современной биологии, таким как структура и функции биополимеров, геномная и белковая инженерия, молекулярные основы иммунологии и онкологии, структура и функции биологических мембран, био- и нанотехнология, а также прикладная информатика. Нано-, биотехнологии входят в перечень критических технологий Российской Федерации, на которых специализируется Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова Российской академии наук – базовое предприятие кафедры. Физико-химическая биология – невероятно интересная область знаний на стыке многих наук, освоить которую достаточно трудно. В мире нет институтов, в которых одновременно готовились бы физики, математики, химики и биологи. Для этого нужна фундаментальная подготовка во всех этих областях, а также по вычислительной математике и технике проведения эксперимента. Такие специалисты, исследуя живой объект, должны увидеть проявления физических и химических законов, понять механизм их действия и на этой основе предсказать поведение живой системы.

Базовые организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биоорганической химии им. академиков М.М.Шемякина и Ю.А.Овчинникова Российской академии наук, является одной из крупнейших научных организаций, подведомственных Министерству науки и высшего образования РФ. Институт является лидером в проведении фундаментальных и ориентированных на инновации научных работ в областях молекулярной, структурной и клеточной биологии, биоорганической химии, биофизики, биоинженерии, клеточных технологий (включая репрограммирование Т-клеток, конструирование векторов для направленной доставки лекарственных соединений), молекулярных основ прижизненного биоимиджинга, редактирование генома, биоинформатики и др. Такая междисциплинарная структура позволяет выполнять широкомасштабные исследования на стыке наук, где сегодня и рождаются наиболее интересные научные открытия. Научно-исследовательская программа института соответствует приоритетному направлению развития науки "Науки о жизни" и критическим технологиям РФ: "Биокаталитические, биосинтетические и биосенсорные технологии", "Биомедицинские и ветеринарные технологии", "Геномные, протеомные и постгеномные технологии" и "Клеточные технологии". Кроме того, ИБХ РАН имеет возможность реализовать путь внедрения потенциального лекарственного соединения, начиная от дизайна молекулы до проведения сертифицированных доклинических испытаний, и наработку препарата для клинических испытаний на сертифицированном биотехнологическом производстве института.

Научные направления ИБХ РАН:

- мембранные белки I типа (рак, остеопороз, нейродегенеративные заболевания);
- потенциал-зависимые ионные каналы (эпилепсия, мышечная слабость, глухота, аритмия, хроническая боль);
- белок-предшественник  $\beta$ -амилоидов (болезнь Альцгеймера);
- антимикробные пептиды (потенциальные лекарства);
- разработка новых методов ЯМР-спектроскопии;
- освещение таких фундаментальных проблем данной области, как структура и функции биополимеров, геномная и белковая инженерия, биотехнология, молекулярные основы иммунологии, структура и функции биологических мембран, а также прикладная информатика. Большое внимание уделяется освоению студентами передовых методов исследования строения молекул и механизмов их биологического действия;
- разработка систем массивного функционального анализа промоторной активности фрагментов ДНК;
- разработка системы отбора промоторов с заданной клеточной специфичностью.
- раково-специфические промоторы;
- получение и анализ библиотек промоторов, активных в культивируемых линиях клеток опухолевого происхождения;
- получение и анализ библиотек энхансер-промоторных пар активных в культивируемых линиях клеток опухолевого происхождения;
- разработка фундаментальных и прикладных аспектов биотехнологии и внедрение результатов в производство биофармацевтических препаратов.

кафедра биоинформатики и системной биологии: заведующий кафедрой, д-р физ.-мат. наук, Макеев Всеволод Юрьевич, заведующий лабораторией ИОГен. Задачей кафедры является подготовка бакалавров, магистров и кандидатов наук, владеющих современными методами анализа экспериментальных генетических данных, в том числе общегеномных. Такие умения необходимы для выявления мишеней воздействия лекарственных препаратов на клетку и организм человека, для создания новых лекарств, а также для определения индивидуальных генетических особенностей пациента, важных для выбора стратегии лечения. Прогресс современной науки о жизни невозможен без развития методов вычислительной обработки биологических данных. Нано-, био-, информационные и когнитивные технологии входят в перечень критических технологий Российской Федерации, на которых специализируется Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН – базовое предприятие кафедры. Биоинформатика важна для развития многих направлений современной биомедицинской науки, поскольку в ее рамках разрабатываются мощные компьютерные методы

обработки и анализа больших объемов биологических данных, полученных новыми высокопроизводительными технологиями.

Базовые организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова Российской академии наук, является одним из ведущих центров в России, в котором проводятся исследования в области биоинформатики и вычислительной биологии. В институте создан отдел Вычислительной системной биологии под руководством д. ф.-м. н. Макеева Всеволода Юрьевича. Практические приложения биоинформационных методов входят в повседневные исследования в отделах "Геномика и генетика человека" (руководитель – д-р биол. наук, профессор Е.И. Рогаев) и "Генетические основы биотехнологий" (руководитель – д-р биол. наук, профессор В.Н. Даниленко), а также в других подразделениях института. Все это позволит обеспечить высокий уровень научного руководства студенческими работами на базе ИОГен РАН.

Научные направления ИОГен РАН:

- общая, молекулярная и эволюционная генетика и геномика человека, животных, растений и микроорганизмов;
- генетика и эволюция популяций в связи с охраной биосферы и рациональным использованием биологических ресурсов;
- генетическая структура популяций человека, генофонды и геномная география человека в России и мире; демографическая генетика;
- междисциплинарные исследования ген-культурной коэволюции и ген-средовых взаимодействий;
- генетические принципы селекции животных, растений и микроорганизмов. геномы культурных растений применительно к генетическим основам селекции, геномике и биотехнологии;
- генетическая паспортизация и ДНК идентификация;
- генетическая безопасность; генотоксикология;
- генетические и эпигенетические механизмы репрограммирования клеток млекопитающих, включая человека;
- генетические основы биотехнологии;
- создание математических моделей в биологии; биоинформатика;
- сравнительная геномика. системная биология;
- изучение особенностей CRISPR-систем прокариотического иммунитета;
- исследования эволюции генных паралогических семейств человека;
- улучшение автоматической аннотации генов/геномов;
- анализ пан-геномов бактерий;
- анализ регуляции транскрипции у бактерий при помощи альтернативных сигма-факторов;
- исследование горизонтального переноса пластидных генов у растений и водорослей.