

Утверждена решением  
Ученого совета МФТИ  
от 18 июня 2020 г. № 10

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

**ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**Уровень высшего образования  
БАКАЛАВРИАТ**

**Направление подготовки  
19.03.01 БИОТЕХНОЛОГИЯ**

**Направленность (профиль)  
БИОМЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

**Год набора: 2020**

Основная образовательная программа высшего образования по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, направленность (профиль) Биомедицинские технологии, 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 19.03.01 Биотехнология, самостоятельно разработанного и утвержденного МФТИ.

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

**Квалификация, присваиваемая выпускникам:** бакалавр.

**Форма обучения:** очная.

**Срок получения образования:** 4 года.

**Объем образовательной программы** составляет 240 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 5 222 часов.

**Язык реализации программы:** русский.

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

#### **Цель программы:**

Программа «Биомедицинские технологии» является базовой программой ФБМФ по направлению «Биотехнология». Программа дает базовые и прикладные знания по высшей математике, общей физике, информатике, химии, биологии, биофизике, физиологии, иммунологии и др. В процессе обучения значительная часть уделена практикумам, участию в биологических проектах и решению задач из реальной научной среды. В программе значительно расширена часть, связанная с прикладной и вычислительной математикой и статистикой, для подготовки к решению задач в сфере биоинформатики.

Образовательная программа реализуется в сетевой форме совместно с базовыми организациями: Иоген РАН, ИМБ РАН, ФГБУ ФНКЦ ФХМ ФМБА России, ИИХР.

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

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

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

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

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

***Типы задач профессиональной деятельности выпускников:***

научно-исследовательский.

***Задачи профессиональной деятельности выпускников:***

проведение научных и аналитических исследований по отдельным разделам (этапам, заданиям) проекта в рамках своей предметной области в соответствии с утвержденными планами и методиками исследований;

сбор и обработка научной и аналитической информации с использованием современных программ, средств и методов вычислительной математики, компьютерных и информационных технологий;

участие в обобщении полученных данных, формировании выводов, в подготовке научных и аналитических отчетов, публикаций и презентаций результатов научных и аналитических исследований;

участие в проведении наблюдений и измерений, выполнении эксперимента и обработке данных с использованием современных компьютерных технологий;

участие в проведении теоретических исследований, построении физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений, в проведении аналитических исследований в своей предметной области;

участие в создании новых методов (генетических, клеточных, биотехнологических), технических средств, алгоритмов и компьютерных программ для научно-исследовательских и прикладных целей.

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

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

природные и социальные явления и процессы;

объекты техники, технологии и производства.

**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"	А	Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы	5	Осуществление проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	A/01.5	5
				Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок	A/02.5	5

#### 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 поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1 Формулирует совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения поставленных задач УК-2.2 Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений
УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.1 Способен устанавливать разные виды коммуникации (учебную, научную, деловую, неформальную и др.) УК-3.2 Взаимодействует с другими членами команды для достижения поставленной задачи
УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	УК-4.1 Демонстрирует умение 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 Использует современные информационно-коммуникативные средства для коммуникации

УК-5 Способен осмысливать культурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском аспектах	УК-5.1 Знает основные категории философии, законы исторического развития, основы межкультурной коммуникации УК-5.2 Имеет представление о системах этических и интеллектуальных ценностей и норм, их значении в истории общества
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1 Определяет приоритеты профессиональной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки УК-6.2 Способен планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач; подвергать критическому анализу проделанную работу; находить и творчески использовать имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития
УК-7 Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	УК-7.1 Знает основы здорового образа жизни, здоровьесберегающих технологий, физической культуры УК-7.2 Понимает влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья, профилактику профессиональных заболеваний УК-7.3 Способен поддерживать уровень физической подготовки; проводить самостоятельные занятия физическими упражнениями с общей развивающей, профессионально-прикладной и оздоровительно-корректирующей направленностью; составлять индивидуальные комплексы физических упражнений с различной направленностью
УК-8 Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций	УК-8.1 Знает классификацию и источники чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения; причины, признаки и последствия опасностей, способы защиты от чрезвычайных ситуаций УК-8.2 Умеет поддерживать безопасные условия жизнедеятельности; выявлять признаки, причины и условия возникновения чрезвычайных ситуаций; оценивать вероятность возникновения потенциальной опасности и принимать меры по ее предупреждению УК-8.3 Владеет методами прогнозирования возникновения опасных или чрезвычайных ситуаций; навыками по применению основных методов защиты в условиях чрезвычайных ситуаций

Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на математических, физических, химических, биологических законах, закономерностях и взаимосвязях	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности ОПК-2.2 Знает и умеет применять численные математические методы и прикладное программное обеспечение для решения научных задач в профессиональной области ОПК-2.3 Знает основные требования информационной безопасности

ОПК-3 Способен составлять и оформлять научные и (или) технические (технологические, инновационные) отчеты (публикации, проекты)	ОПК-3.1 Знает основные правила оформления научных публикаций и научно-технической документации, в том числе с использованием прикладного программного обеспечения ОПК-3.2 Владеет на практике методологией составления научно-технических отчетов (проектов) ОПК-3.3 Владеет методами визуального и графического представления результатов научной (научно-технической, инновационной технологической) деятельности в виде отчетов, научных публикаций
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности ОПК-4.2 Знает основные источники научно-технической и (или) технологической информации в области профессиональной деятельности ОПК-4.3 Умеет составлять аннотации, рефераты, библиографические перечни и обзоры информации в области своей профессиональной деятельности ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ОПК-5 Способен участвовать в проведении фундаментальных и прикладных исследований и разработок, самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе, математические методы исследований	ОПК-5.1 Способен решать поставленные задачи в области теоретических и экспериментальных исследований и разработок ОПК-5.2 Обладает способностью к освоению новых знаний на основе изучения литературы, научных статей и других источников
ОПК-6 Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, проектировать элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных и технологических знаний	ОПК-6.1 Способен к профессиональной эксплуатации современной экспериментальной научно-исследовательской техники и современного технологического оборудования для осуществления биотехнологических процессов ОПК-6.2 Способен к оценке, анализу и интерпретации полученных в результате биотехнологических процессов данных ОПК-6.3 Владеет навыками проектирования новых технологических решений для поставленной научно-технической, биотехнологической задачи

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

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

<p>ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования</p>	<p>ПК-1.1 Владеет фундаментальными понятиями, законами и теориями современной физики и биологии  ПК-1.10 Знает перечень ведущих периодических научных изданий и способен выделять актуальные научные публикации в профессиональной области  ПК-1.11 Владеет приемами экспериментальной работы с клетками и культурами клеток, физико-химическими методами исследования макромолекул, методами исследования и анализа живых систем, математическими методами обработки результатов биологических исследований, основами биоинженерии, необходимыми для создания биоинженерных объектов  ПК-1.2 Имеет глубокое знание и понимание базовых математических дисциплин  ПК-1.3 Владеет методами наблюдения, описания, идентификации и научной классификации биологических объектов  ПК-1.4 Владеет культурой постановки научной задачи и моделирования биотехнологических объектов и систем  ПК-1.5 Умеет строить математические модели для описания и исследования процессов и явлений в соответствующих научных областях  ПК-1.6 Владеет навыками безопасной работы с современными научными приборами и другим биотехнологическим оборудованием  ПК-1.7 Знает основные правила поведения и работы в современной научной лаборатории  ПК-1.8 Способен оценивать требуемые ресурсы (материальные и временные) для планирования и проведения научного эксперимента  ПК-1.9 Владеет навыками работы с современными языками программирования и программными пакетами для научных расчетов</p>	
<p>ПК-2 Способен анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения)</p>	<p>ПК-2.1 Владеет методами статистической обработки и анализа научных данных  ПК-2.2 Умеет находить ключевые параметры, определяющие изучаемое явление, и производить численные оценки по порядку величины  ПК-2.3 Способен представлять научные утверждения, их обоснования и доказательства, научные проблемы и их решения ясно и точно в терминах, понятных для профессиональной аудитории в письменной и устной форме</p>	

ПК-3 Способен выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области	ПК-3.1 Знает принципы работы и диапазоны рабочих параметров используемого научного оборудования ПК-3.2 Знает области и критерии применимости используемых теоретических подходов и умение оценивать точность приближенных аналитических методов вычислений ПК-3.3 Умеет производить оценку точности численных методов, используемых на ЭВМ, вычислительной сложности используемых алгоритмов и объема требуемых вычислительных ресурсов	
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области ПК-4.2 Знает источники происхождения и умеет производить оценку погрешности измерений и достоверности экспериментальных результатов ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей	

## 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 42,08 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 199 3/6 недели, из которых 117 2/6 недель теоретического и практического обучения, 42 4/6 недель зачетно-экзаменационного периода, 3 3/6 недель государственной итоговой аттестации и 36 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 практика: учебная практика;

лабораторная безопасность и биологический практикум: учебная практика;

проектная сессия: учебная практика;

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:

«Золотой фонд научной классики» ЭБС «Университетская библиотека онлайн»;

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

ЭБС издательства «Лань»;

ЭБС издательства «Юрайт»;

ЭБС издательства «IBooks.ru».

– международным научным журналам и электронным базам данных:

Реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных Web of Science Core Collection;

реферативная и наукометрическая база данных (индекс цитирования) Scopus;

журналы American Chemical Society;

журналы American Institute of Physics;

база данных Optical Society of America;

журналы the Royal Society of Chemistry;

журналы Sage Publications;

база данных Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers;

журналы Taylor & Francis Group;

журналы WILEY;

журналы American Physical Society;

база данных химической информации SciFinder;

журналы издательства Cambridge University Press;

база данных Institute of Electrical and Electronics Engineers;

англоязычная реферативная база данных международной научной и технической литературы

INSPEC;

журналы Institute of Physics;

реферативная база данных MathSciNet;

журналы Oxford University Press;

журнал American Association for the Advancement of Science — AAAS;  
база данных Springer Nature E-Books;  
база патентов Questel;  
журналы Annual Reviews.

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 высококвалифицированные специалисты в сфере биофизики, молекулярной биологии и биотехнологии, практикующими свою профессиональную деятельность в ИОГен РАН, ФНКЦ ФМБА, 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 бакалавриата, 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 бакалавриата, 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 бакалавриата (имеющих стаж работы в данной профессиональной области более 3 лет) в общем числе работников, реализующих программу бакалавриата, составляет более 5 процентов.

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

Центр образовательных программ по биоинформатике: руководитель центра, канд. биол. наук, Медведева Юлия Анатольевна, 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 изучат, как разрабатываются методы молекулярной диагностики и выбираются новые мишени для лекарственных препаратов.

Кафедра инновационной фармацевтики, медицинской техники и биотехнологии: заведующий

кафедрой, д-р техн. наук, Иващенко Андрей Александрович, председатель совета директоров группы компании "ХимРар". Задача кафедры — обеспечить студентов знаниями и навыками для успешной карьеры в области живых систем. Для достижения этой цели студенты кафедры совмещают работу в лабораториях с предпринимательской деятельностью. Научные исследования проводятся в лабораториях Центра живых систем и биофарминжиниринга МФТИ, а предпринимательские проекты развиваются в стартап-студиях — бизнес-инкубаторами внутри кафедры, Центр Высоких Технологий "ХимРар" – базовое предприятие кафедры. Кафедра проводит для студентов и аспирантов ФБМФ курсы, посвященные основам медицинской химии, разработке лекарственных средств, гетероциклическим соединениям, медицинской химии, основам компьютерного моделирования лекарственных средств, синтезу лекарственных молекул, бизнес-деятельности и технологическому предпринимательству в сфере живых систем.

Базовые организации:

Центр Высоких Технологий "ХимРар", научные исследования проводятся в лабораториях Центра живых систем и биофарминжиниринга МФТИ, а предпринимательские проекты развиваются в стартап-студиях — бизнес-инкубаторами внутри кафедры, позволяющих обучающимся обзавестись экспертной и менторской поддержками.

Научные направления ЦВТ «ХимРар»:

- технологическое предпринимательство;
- инженерное дело и бирюзовое управление;
- современные технологии в разработке, производстве и выводе на рынок лекарств;
- процессы старения;
- анализ биомедицинских данных;
- медицинская физика;
- искусственный интеллект в медицине.

Кафедра биоинформатики и системной биологии: заведующий кафедрой, канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр., Бородовский Марк Юрьевич, директор Центра биоинформатики технологического института Джорджии. 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.

Кафедра молекулярной и трансляционной медицины: заведующий кафедрой, д-р биол. наук, проф., акад. РАН, Говорун Вадим Маркович, директор Центра биоинформатики технологического института Джорджии. Преподаватели и студенты кафедры молекулярной и трансляционной медицины принимают активное участие в проектах организованного на базе ФГБУ Федерального научно-клинического центра физико-химической медицины «Центра высокоточного редактирования и генетических технологий для биомедицины» (<http://biomedgene.ru/>). Миссией Центра является развитие генетических технологий, адаптация этих технологий для получения новых знаний о нормальных и патологических процессах в организме и применение этих знаний для решения проблем здоровья человека.

В 2020 году заведующий кафедрой молекулярной и трансляционной медицины академик РАН В.М. Говорун и его заместитель доктор биологических наук В.Н.Лазарев за большой вклад в борьбу с коронавирусной инфекцией (COVID-19) были награждены орденами Пирогова.

Базовые организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научно-клинический центр физико-химической медицины Федерального медико-биологического агентства», В 2020 году на базе ФГБУ Федерального научно-клинического центра физико-химической медицины начал функционировать уникальный Центр технологий и микрофабрикации, имеющий собственную площадку с комплексом чистых помещений и высокотехнологичного оборудования для задач микро- и нанофабрикации. Области научных интересов: плазмоника и наноплазмоника; биофотоника и биосенсоры; микрофлюидика и нанофлюидика; микрофабрикация и нанофабрикация; разработка анализаторов и диагностических комплексов для *in vitro* диагностики.

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 физики живых систем: заведующий кафедрой, д-р мед. наук, проф., академик РАН, Хубутия Могели Шалвович, директор НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского. Студенты и аспиранты кафедры физики живых систем обучаются и занимаются теоретическими и экспериментальными исследованиями живых систем на клеточном, органном и системном уровне в ведущих научных, медико-биологических и клинических центрах Российской академии наук и Министерства здравоохранения РФ.¶ Основными направлениями исследований кафедры физики живых систем являются биологическая и медицинская физика и механика органов и тканей, биомедицинская информатика и инженерия, разработка и испытания медицинских изделий, искусственные органы и органозамещающие технологии, биофизика мембран, клеточная и тканевая инженерия. ГУЗМ НИИ скорой помощи им. Н. В. Склифосовского – базовое предприятие кафедры. Основными направлениями исследований кафедры физики живых систем являются биологическая и медицинская физика и механика органов и тканей, биомедицинская информатика и инженерия, разработка и испытания медицинских изделий, искусственные органы и органозамещающие технологии, биофизика мембран, клеточная и тканевая инженерия. Студенты и аспиранты кафедры физики живых систем обучаются и занимаются теоретическими и экспериментальными исследованиями живых систем на клеточном, органном и системном уровне в ведущих научных, медико-биологических и клинических центрах Российской академии наук и Министерства здравоохранения РФ.¶

Базовые организации:

Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В.Склифосовского Департамента здравоохранения города Москвы», является крупным многопрофильным научно-практическим центром, занимающимся проблемами скорой медицинской помощи, неотложной хирургии, реанимации, сочетанной и ожоговой травмы, неотложной кардиологии и острых отравлений. Всего в Институте в настоящее время сформировано более 40 научных подразделений, из них более половины – клинические, которые соответствуют профилю наиболее распространенных неотложных заболеваний. Большой научный и практический потенциал кадрового состава, современное оснащение позволяют успешно разрабатывать новые и совершенствовать существующие методы диагностики и лечения неотложных состояний, что позволяет лечить больных с наиболее тяжелыми и осложненными острыми хирургическими заболеваниями и травмами, консультировать и переводить пациентов из других лечебных учреждений в Институт для лечения.

Научные направления ГУЗМ НИИ:

- Искусственные органы;
- Биомедицинская информатика;
- Биофизика мембранных процессов;
- Трансплантационный иммунитет и клеточные технологии;
- Биоматериалы в медицине;
- Физические процессы в органах и тканях;
- Физика визуализации изображений в медицине.

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, геновая 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, остеопатия, 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, геновая 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.