

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Национальный исследовательский университет  
«Высшая школа экономики»  
НИУ ВШЭ**

**Концепция  
образовательной программы**

**Клеточная и молекулярная биотехнология**

**по направлению подготовки бакалавров  
06.03.01 Биология**

**Москва  
2018**

## Оглавление

Общая характеристика программы .....	3
Актуальность программы, ее цели и задачи .....	3
Актуальность программы .....	3
Цели программы .....	4
Задачи программы .....	4
Принципы программы .....	5
Целевая аудитория Образовательной программы .....	5
Критерии набора студентов .....	5
Величина предполагаемого потока .....	6
Международный и отечественный опыт в избранной сфере, особенности проекта в свете этого опыта .....	6
Характеристика сегмента рынка образовательных услуг .....	7
Основные внешние и внутренние конкуренты .....	7
Сравнительные преимущества новой Образовательной программы .....	9
Портрет выпускника Образовательной программы .....	10
Анализ востребованности и возможностей трудоустройства .....	10
Основные востребованные компетенции .....	11
Основные работодатели .....	12
Структура учебного плана .....	12
Концепция проектного обучения и научно-исследовательской работы студентов .....	14
Характеристика кадрового потенциала .....	14

## Общая характеристика программы

Основная образовательная бакалаврская программа «Клеточная и молекулярная биотехнология» (нормативный срок освоения – 4 года, трудоемкость- 240 зачетных единиц) подготовки бакалавров по направлению 06.03.01 «Биология» будет реализована в федеральном государственном автономном учреждении высшего профессионального образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ).

Данная бакалаврская программа разработана в соответствии с Федеральным законом Российской Федерации «Об образовании», образовательным стандартом НИУ ВШЭ по направлению 06.03.01 «Биология» (Утвержден Ученым советом НИУ ВШЭ, Протокол от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_).

Обучение на бакалаврской программе «Клеточная и молекулярная биотехнология» будет осуществляться по очной форме, на платной основе. Лицам, успешно освоившим бакалаврскую программу «Клеточная и молекулярная биотехнология» и прошедшим итоговую государственную аттестацию, присваивается квалификация (степень) «бакалавр». Выдается диплом государственного образца.

Бакалаврская программа практико-ориентированная и предназначена для подготовки специалистов в области проблем молекулярного биоразнообразия, квантовой биохимии, времени жизни белков и методов контроля и управления их деградацией, межклеточного взаимодействия, молекулярных основ передачи генетической информации и управления процессами продолжительности жизни живых объектов, биотехнологий (в том числе бионанотехнологий), биоинженерии и биоинформатики.

Программа будет реализовываться на русском языке, однако в ней предусмотрен ряд дисциплин, читаемых на английском языке в объеме до 10 зачетных единиц, что позволит реализовывать программы обмена с зарубежными университетами. Также, поскольку в рамках программы читаются курсы на английском языке, возможно привлечение студентов и преподавателей из других зарубежных вузов – партнеров НИУ ВШЭ. Развитие программы предусматривает, что в ней будут участвовать на постоянной основе иностранные студенты, – как из стран СНГ, так и из дальнего зарубежья. Кроме студенческих обменов предполагаются также обмены преподавателями, включая приглашение ведущих мировых специалистов для чтения лекций и руководства исследовательской работой.

Руководителем программы является разработчик программы член-корреспондент РАН, доктор биологических наук, профессор А.Г. Тоневицкий (контакты: atonevitsky@hse.ru).

## Актуальность программы, ее цели и задачи

### Актуальность программы

Важной задачей естественнонаучного образования в России является развитие ведущих научных биологических школ. Однако система биологического образования не успевает за стремительным развитием мировой науки. Поэтому возникает задача создания

нового научно-образовательного биологического центра, который ориентировался бы на лучшие существующие образцы и был бы «вписан» в мировую науку.

Именно таким представляется факультет «Биологии и биотехнологии» НИУ ВШЭ. В последние годы в стране наметился рост интереса к изучению биологии со стороны способных молодых людей, что позволяет надеяться на достаточно сильный набор студентов на факультет. Правильные постановки их обучения и вовлечения в научные исследования позволят готовить специалистов-биологов мирового уровня. При создании факультета «Биологии и биотехнологии» необходимо использовать мировой опыт, который говорит о необходимости тесной связи образования и науки.

В нашей стране имеется успешный пример «стыковки» образования и науки – «базовая система» МФТИ, основанная на интенсивной фундаментальной подготовке студентов в первые годы обучения и дальнейшего наращивания профессионального обучения с вовлечением студентов в научные исследования в научно-исследовательских институтах. Факультет «Биологии и биотехнологии» НИУ ВШЭ будет построен в развитие этой модели. К сотрудничеству с факультетом будут привлечены российские исследовательские организации, имеющие серьезную репутацию в мировой биологической науке и обладающие прочными международными связями. В первую очередь к ним относятся ведущие институты РАН, которые заинтересованы в притоке молодых мотивированных специалистов. Данное сотрудничество позволит факультету осуществлять стажировки студентов в лучшие зарубежные университеты и научно-исследовательские центры, что критически важно для становления специалистов мирового уровня.

## Цели программы

Цель программы – подготовить высококвалифицированных и компетентных специалистов, способных к эффективной профессиональной деятельности в области биологии, в том числе:

- специалистов в области биотехнологии и биоинформатики;
- специалистов, умеющих применять биологические и биоинженерные методы и технологии для решения широкого спектра прикладных задач;
- научных работников, специализирующихся в области разработки методов и технологий для анализа данных на базе наукоемких и высокотехнологичных подходов.

## Задачи программы

Междисциплинарный характер программы – сочетание фундаментальной (основы молекулярной биологии), аналитической (методы анализа, навыки проведения исследований), технологической (инструменты и методы) и управленческой составляющих содержания подготовки – направлен на решение следующих задач:

- развитие навыков использования средств анализа данных и разработки информации для создания и реализации проектов;
- формирование компетенций, направленных на развитие аналитических и исследовательских способностей выпускников;
- развитие способностей организовывать индивидуальную предпринимательскую деятельность в области биотехнологий;

- приобретение знаний о современных тенденциях в области биологических наук.

## Принципы программы

Основными принципами, на которых построена данная программа, являются:

- Ориентация на решение актуальных прикладных задач, что обеспечивается дисциплинами, охватывающими основные аспекты современной биологии. Практические занятия предполагают обучение работе с современными технологиями и пакетами анализа данных. Студенты будут в форме практик и проектной деятельности решать конкретные задачи из области клеточной и молекулярной биологии, биоинженерии, биоинформатики и биотехнологий.
- Широкий выбор дисциплин по выбору, позволяющий студентам формировать индивидуальный учебный план, наилучшим образом соответствующий их профессиональным и научным интересам.
- Фундаментальный характер подготовки – выпускники программы получают знания, необходимые в том числе и для самостоятельного изучения современных методов анализа, что является неотъемлемым условием для успешной деятельности в динамично меняющейся области.
- Использование активных методов обучения, в первую очередь проектного подхода. Многие дисциплины имеют практическую сторону, и планируется, что требования к студентам будут включать в себя создание или участие в реальных проектах. Мы также планируем привлекать практикующих специалистов из индустрии для проведения тренингов, руководства студенческими проектами, а также организовывать практику в компаниях соответствующего профиля.
- Сочетание обучения с научными исследованиями. Этот принцип реализуется через проекты, реализуемые как лабораториями, работающими в НИУ ВШЭ, так и в сотрудничестве с лабораториями институтов РАН, а также зарубежными университетами.

## Целевая аудитория Образовательной программы

### Критерии набора студентов

Основными целевыми группами, на которые ориентируется данная программа, являются: выпускники школ, интересующиеся вопросами клеточной биологии, биоинженерии, молекулярной биологии, в первую очередь выпускники школ биологического профиля, участники кружков и олимпиад по биологии.

Обучение по программе потребует от студентов достаточно сильной базовой биологической подготовки.

Прием на бакалаврскую программу «Клеточная и молекулярная биотехнология» осуществляется согласно правилам приема в НИУ ВШЭ по заявлениям на основе конкурсного отбора по результатам ЕГЭ по математике, биологии и русскому языку. Преимуществом при прочих равных условиях будет наличие дипломов победителей (призеров) олимпиад по биологии.

## Величина предполагаемого потока

Предполагаемый поток первого года обучения – 2 группы по 25 человек (всего 50 студентов).

## Международный и отечественный опыт в избранной сфере, особенности проекта в свете этого опыта

При разработке бакалаврской программы «Клеточная и молекулярная биотехнология» был учтен опыт реализации образовательных программ этой направленности в российских и зарубежных университетах. При этом те альтернативы заявленной программы, которые представлены на рынке в настоящее время, занимают более узкие и менее амбициозные сегменты: подготовка биологов и биохимиков (биологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова) или биоинженеров, специалистов в области биоинформатики (факультет биоинженерии и биоинформатики МГУ имени М.В. Ломоносова), специалистов по экологии и биологов общего профиля (КФУ), биохимиков, цитологов и биологов общего профиля (биологический факультет СПбГУ). В этой связи программа «Клеточная и молекулярная биотехнология» НИУ ВШЭ, за счет наличия уникального сочетания высококвалифицированного кадрового потенциала, локализации в ВШЭ экспертно-аналитической площадки по соответствующим вопросам и гибкости технологий обучения сможет совместить основные достоинства всех существующих на рынке программ и расширить границы потенциального трудоустройства студентов, заинтересованных в занятости в этой сфере.

Зарубежный опыт реализации программ по биологии весьма разнообразен и зачастую обусловлен национальными особенностями функционирования сферы. Специфичность ее характеристик в России, а также состояние рынка труда и качество человеческого капитала работников, занимающих рабочие места в сфере, диктуют ограничения в использовании, казалось бы, успешного опыта. Если же говорить об общем спектре образовательных программ бакалаврского уровня по биологии, то можно отметить, что общие тренды сопоставимы с российскими, хотя проработанность программ находится на заметно ином уровне.

Так, ведущие университеты мира предлагают (1) исследовательские программы по общей, клеточной и молекулярной биологии, вычислительной биологии, системной биологии (например, MIT, Harvard University). Они фокусируются на методологической и инструментальной подготовке студентов для академической и производственной карьеры. Для российских реалий соответствующие сегменты рынка труда существуют, однако, их размах постепенно сужается, что может стать ограничением востребованности выпускников на рынке труда в будущем.

Следующий блок программ, наиболее близкий к заявленной образовательной программе по профилю, объединяет программы подготовки

- экспертов в области биотехнологий (например, MIT);
- экспертов в области клеточной биологии (например, Harvard University);
- молекулярной биологии (например, University of Chicago, Cambridge University).

Программы этих типов содержат компоненты, формирующие инструментальный компонент, включая продвинутые методы анализа как клеточных образцов, так и генома, а также навыки управления, планирования, проектирования, лидерства и т.д. Значительная часть этих составляющих носит элективный характер и позволяет выстраивать гибкие траектории студентов с высокой вариативностью результатов обучения. Это дает возможность обучающимся выбирать вектор персонального развития в условиях разветвлённых возможностей на рынке труда зарубежных стран.

Бакалаврская программа факультета «Биологии и биотехнологии» «Клеточная и молекулярная биотехнология» по своей конструкции больше напоминает именно эту модель, хотя логика ее выстраивания состоит скорее не в охвате «премиального» сегмента рынка, а в максимальном расширении возможностей будущих выпускников за счет комплексности подготовки, т.к. российский рынок труда в данной сфере находится в предверии технологического и методологического прорыва. При этом программа дает возможность лишь общей мягкой профилизации, все студенты в той или иной степени получают представления по всем трем основным компонентам программы. Зарубежные программы такого профиля зачастую предполагают возможности сужения фокуса интересов студента и его более глубокую специализацию. В рамках представленной Образовательной программы студенты могут решать эту задачу за счет системы Магистратура+, а также посредством рекомендованных массовых открытых он-лайн курсов и пр.

Помимо оптимальности такого фокуса программы с учетом национальных реалий, такая конструкция позволяет достаточно органично выстраивать взаимодействие программы с зарубежными университетами-партнерами. Интерес к кооперации, в том числе в рамках потенциальных программ двойных дипломов проявляют такие университеты как Harvard University (США) и МПТ (США), Cambridge University (Великобритания).

## Характеристика сегмента рынка образовательных услуг

### Основные внешние и внутренние конкуренты

Бакалаврская программа призвана заполнить пробел, существующий в настоящее время на рынке образовательных услуг. В настоящее время наиболее привлекательными бакалаврскими программами и их эквивалентами в области биологии являются:

#### **Внутренние конкуренты:**

- Биологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова – лучшее учебное заведение в области биологического образования; однако прикладной аспект биологии и современные методы биологических исследований не являются там приоритетными. В частности, программа «Биология» ориентирована на исследование общих положений биологии, программа «Биохимия» направлена преимущественно на изучение основ химии в биологической науке, с более слабым акцентом на решение практических задач. Стоимость обучения – 380 000 рублей в год.

- Факультет биоинформатики и биоинженерии МГУ имени М.В. Ломоносова – отделился от биологического факультета, с целью перейти в практическую плоскость решения биологических задач. Наиболее близкой программой является «Биоинформатика

и биоинженерия», ориентированная в первую очередь на технические и технологические аспекты, и в меньшей области на междисциплинарное взаимодействие и приложения. Стоимость обучения – 350 500 рублей в год.

- Факультет биологической и медицинской физики МФТИ – готовит ученых, способных совмещать знания физики, математики, химии, биологии и информатики. Студенты изучают математические и физические законы, для того чтобы использовать их в биологических исследованиях. Тем не менее, заявленная программа не поддерживается кадровым составом, что приводит к заменам заявленных дисциплин и практик. Стоимость обучения – 250 000 рублей в год.

- Биологический факультет СПбГУ – крупнейшая отечественная научная биологическая школа, формировавшаяся волей и талантом выдающихся ученых и педагогов с мировым именем. Созданная образовательная программа «Биология» имеет ярко выраженный уклон в сторону физических наук. Стоимость обучения – 243 400 рублей в год.

- Биологическое отделение факультета естественных наук Новосибирского государственного университета – центр специализации для студентов 3 года обучения. формирование у студентов современных представлений в области биологического разнообразия и экологии на основе синтеза классических и инновационных подходов. Недостатком образовательной программы может считаться взаимодействие только с локальными институтами РАН химического, биологического и медицинского профиля. Стоимость обучения – 150 000 рублей в год.

#### **Внешние конкуренты:**

- Harvard University – одно из лучших мировых учебных заведений в подготовке биологов; однако научные исследования в университете ведутся главным образом по нескольким конкретным направлениям (биоинформатика, интегративная геномика, молекулярная и клеточная биология), которые не относятся к основным направлениям нашей программы. Стоимость обучения – 4 474 000 рублей в год (без помощи университета) / 195 000 рублей в год (с Financial Aid).

- MIT (Massachusetts Institute of Technology) – учебное заведение с мировым именем в области подготовки специалистов биологического профиля; однако научные исследования в университете ведутся по направлениям, связанным с компьютерными технологиями, что обусловлено направлением университета (биоинформатика, интегративная геномика, вычислительная биология), со специализациями в теоретической информатике, промышленном программировании в области фармакологии, биоинформатике (с акцентом на изучение алгоритмов и технологий); мы планируем не конкурировать с MIT в этих областях, а делать акцент на прикладных применениях, моделировании и анализе данных, с рассмотрением всех этапов создания клеточных моделей, включая задачи управления проектом. Стоимость обучения – 3 348 800 рублей в год.

- Cambridge University – удерживает высшую позицию в рейтинге биологических институтов. У студентов Кембриджа есть возможность изучения таких предметов, подпадающих в сферу биологии, как преподавание, медицина, естествознание, ветеринария. Обучение биологии в Кембридже ведет к возможностям выбора студентами целого ряда будущих профессий. Стоимость обучения – от 520 800 рублей в год.

- ряд вузов даёт хорошую базовую биологическую подготовку; однако, как правило, студенты по направлениям, связанным с прикладной биологией. Однако

отсутствует междисциплинарное взаимодействие с сферой экономики, права, основ предпринимательства.

Таким образом, в мире и в нашей стране, в частности, уже существует несколько сильных центров подготовки по смежным направлениям. Однако предлагаемая бакалаврская программа, созданная с участием ведущих специалистов в области биологических исследований, станет фактически уникальной: ориентация на проведение научно-исследовательской деятельности с первых курсов позволит сочетать фундаментальную биологическую подготовку с решением актуальных биологических задач. Мы планируем не конкурировать с вышеперечисленными вузами, а развивать с ними активное сотрудничество – среди предполагаемых преподавателей уже есть сотрудники биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. Предполагается, что существенная часть курсов будет читаться сотрудниками ИБХ РАН. Мы также планируем развивать активное сотрудничество зарубежными университетами и компаниями мирового уровня фармакологического и биологического профиля.

### Сравнительные преимущества новой Образовательной программы

Бакалаврская программа «Клеточная и молекулярная биотехнология» по направлению подготовки 06.03.01 «Биология» отражает стратегические приоритеты развития НИУ ВШЭ в научно-исследовательской деятельности – развитие междисциплинарных актуальных исследований на стыке нескольких научных направлений из практических областей, прикладной математики, химии и биологии, в соответствии с ключевыми междисциплинарными областями компетенций кампуса.

Следует отметить, что мы имеем конкурентное преимущество на рынке предложения специалистов, получивших подготовку по предлагаемой программе, еще и за счет уникального социо-экономического положения Москвы: наличие высокотехнологичных цепочек инновационных сетей и кластеров, для сопровождения которых необходимы специалисты с высоким уровнем аналитических и информационно-технологических компетенций в области биологии.

В стране уже существует несколько сильных центров подготовки по смежным направлениям. Однако предлагаемая бакалаврская программа, созданная с участием ведущих институтов РАН, станет фактически уникальной: сочетание фундаментальных знаний с передовой с точки зрения технологий практикой и решением актуальных междисциплинарных задач уже на уровне бакалавриата. Мы планируем не конкурировать с другими вузами, а развивать с ними активное сотрудничество – среди предполагаемых преподавателей уже есть сотрудники биологического факультета и факультета биоинженерии и биоинформатики МГУ имени М.В. Ломоносова. Предполагается, что существенная часть курсов будет читаться сотрудниками институтов РАН.

Отметим, что в настоящее время устойчиво держится высокий спрос на специалистов в данном направлении, и ёмкость рынка, особенно в IT-сфере, ещё далеко не исчерпана. Учитывая бренд НИУ ВШЭ, мы считаем, что предлагаемая программа, несомненно, будет пользоваться популярностью.

Предлагаемая программа обладает, в частности, следующими специфическими преимуществами.

- Возможность получить как фундаментальную подготовку в области биологии, так и прикладную подготовку по применению современных методов в области

биотехнологии. Такая подготовка будет обеспечивать как фундаментальные компетенции – способность изучать, анализировать и применять современные научные достижения в области прикладной информатики, способность проводить исследования по информатике, – так и прикладные компетенции – владение методами анализа данных, работа с образцами клеток, участие в проведении передовых с точки зрения биологии и технологий экспериментов в сотрудничестве с ведущими специалистами области, владение современными инструментами, владение технологиями.

- Сильный бренд НИУ ВШЭ – ведущего вуза России по подготовке специалистов не только финансового профиля, но и в других науках, что оказывает положительное влияние на репутацию НИУ ВШЭ в этой области.

- Функционирование на базе факультета лабораторий, в рамках которых могут осуществляться исследования студентов, а также сотрудничество в реализации научных проектов с другими ведущими вузами (МГУ имени М.В. Ломоносова, СПбГУ, МФТИ, КФУ, зарубежными вузами) и предприятиями г. Москвы и других регионов РФ.

- Востребованность выпускников НИУ ВШЭ на рынке труда г. Москвы и других городов России.

- Наличие в учебном плане большого количества практик и проектной деятельности, связанных с возможными практиками в крупнейших компаниях и лабораториях институтов РАН, даст возможность по окончании бакалавриата иметь опыт и умение заниматься проектной деятельностью в области биологии и биотехнологий.

Для обеспечения устойчивых конкурентных преимуществ необходимо развивать международное сотрудничество, а также развивать кооперацию с профильными факультетами и кафедрами НИУ ВШЭ, в особенности с факультетом химии НИУ ВШЭ. Важным аспектом такого сотрудничества является развитие совместных проектов с научно-исследовательскими подразделениями НИУ ВШЭ, в частности, с лабораториями факультета «Биологии и биотехнологии».

## Портрет выпускника Образовательной программы

### Анализ востребованности и возможностей трудоустройства

Выпускник НИУ ВШЭ, завершивший обучение на бакалаврской программе «Клеточная и молекулярная биотехнология», будет иметь качественную университетскую подготовку в области молекулярной и клеточной биологии, биоинформатики, нанобиотехнологий. Как следствие, выпускники программы будут востребованы в различных областях, связанных с вопросами работы с клеточным материалом, микроорганизмами, развитием биотехнологий.

Благодаря сочетанию в программе фундаментальных и прикладных аспектов выпускники программы смогут продолжить свое обучение на магистерских программах, как в области биологических наук, так и в междисциплинарных прикладных областях, связанных с необходимостью применения биологических методов, например, в биомедицине, сельском хозяйстве, фармакологической и биотехнологической промышленности.

## Основные востребованные компетенции

Выпускники образовательной программы будут обладать следующим набором компетенций, необходимых для успешной деятельности, как в рамках научно-исследовательских проектов, так и в компаниях в России и за рубежом:

- способность применять знание принципов структурно-функциональной организации, выбирать и использовать основные физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы исследования для решения профессиональных задач,
- способность применять знание основ эволюционной теории, современные представления о структурно-функциональной организации генетической программы живых объектов и методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития в профессиональной деятельности,
- способность применять эволюционные идеи в биологическом мировоззрении, использовать современные представления об основах эволюционной теории, о микро- и макроэволюции в рамках образовательной деятельности,
- способность применять современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, геномной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования,
- способность использовать знание закономерностей общей экологии и современные методы биологии и прикладной экологии для проектирования и осуществления мероприятий по охране, использованию, мониторингу и восстановлению биоресурсов и среды их обитания,
- способность описывать проблемы и ситуации профессиональной деятельности, представлять известные и собственные научные результаты, используя язык и аппарат биологической науки,
- способность осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по заданной теме в избранной предметной области (биология),
- способность планировать и проводить биологические эксперименты с учетом принципов охраны природы, требований безопасности и охраны труда, применять навыки работы с современной научным оборудованием, с препаратами и живыми объектами,
- способность к разработке и реализации в образовательных организациях образовательных модулей и программ отдельных дисциплин в конкретной предметной области (биология),
- способность анализировать проектную документацию в избранной предметной области (биология), принимать участие в разработке и составлении этой документации в рамках своей компетенции,
- способность вести письменную и устную коммуникацию на русском языке в рамках профессионального и научного общения, как межличностного, так и группового,
- способность вести письменную и устную коммуникацию на английском языке в рамках профессионального и научного общения, как межличностного, так и группового,
- способность осуществлять поиск и обработку информации, в т.ч. используя информационно-компьютерные системы,
- способность принимать участие в реализации профессиональных коммуникаций с заинтересованными участниками проектной деятельности, включая умение интерпретировать полученные результаты и презентовать их в необходимой форме.

## Основные работодатели

Основными местами практики для студентов, инициаторами проектных предложений, а затем и работодателями для выпускников предполагаются:

- **институты РАН различного профиля:** Институт фундаментальных проблем биологии (ИФПБ РАН), Институт биологии гена (ИБГ РАН), Институт молекулярной биологии имени В.А. Энгельгардта РАН, Институт белка РАН, Институт биологического приборостроения (ИБП РАН), Институт биофизики клетки (ИБК РАН), Институт биоорганической химии им. Академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова (ИБХ РАН), Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрыбина (ИБФМ РАН), Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова и др.

- институты Министерства здравоохранения Российской Федерации.
- институты Министерства сельского хозяйства Российской Федерации.
- ведущие вузы биологического и молекулярно-биологического профиля.

Кроме того, выпускники программы будут востребованы

- **в производственной сфере и НИИ лабораторий:** вакансии научных сотрудников, старших научных сотрудников, менеджеров производства, биологов, биохимиков и пр., в том числе в компаниях:

- «BIOCAD» – международная инновационная компания, объединившая научно-исследовательский центр мирового уровня, ультрасовременное фармацевтическое и биотехнологическое производство, доклинические и международные клинические исследования, соответствующие современным стандартам. BIOCAD — одна из немногих в мире компаний полного цикла создания лекарственных препаратов: от поиска молекулы до массового производства и маркетинговой поддержки. Препараты предназначены для лечения самых сложных заболеваний, таких как рак, ВИЧ, рассеянный склероз и т.д
- «Фармстандарт» – разрабатывает и производит лекарственные препараты. За время работы разработано более 60 различных лекарств в сотрудничестве с ведущими научными центрами России.
- «Р-Фарм» специализируется на высокотехнологичных лекарственных средствах. В настоящее время компания работает в направлении масштабных инвестиционных проектов.

- **в области финансов:** вакансии финансовых аналитиков и специалистов по анализу данных в области фармакологической промышленности.

- **в логистике и торговле:** для организации и сопровождения сетей поставки и хранения требуются специалисты, способные принимать решения, основанные на многоступенчатом анализе данных о биопрепаратах и жизнеспособности клеток.

- **в социально-ориентированных отраслях и сфере коммуникации:** необходимы специалисты-аналитики в области принятия интеллектуальных решений на базе многокритериального выбора, предпочтений потребителей товаров и услуг.

## Структура учебного плана

Бакалаврская программа «Клеточная и молекулярная биотехнология» реализуется в рамках направления 06.03.01 «Биология» и соответствует Образовательному стандарту НИУ ВШЭ по данному направлению.

Первые два года обучения направлены на изучение биологических основ, необходимых для эффективного освоения последующих дисциплин, а также на формирование базовых навыков в области химии, математики, информатики и физики, развитие общекультурных и социально-личностных компетенций. Именно на 1-2 годах обучения сконцентрированы базовые дисциплины программы. Все базовые дисциплины можно разделить на три блока.

В первый блок входят такие дисциплины как, например, «Математический анализ», «Комбинаторика», «Линейная алгебра», «Дифференциальные уравнения», «Теория вероятностей» и «Математическая статистика». Второй блок включает дисциплины «Общая и неорганическая химия», «Аналитическая химия» и «Органическая химия». Третий блок: «Ботаника низших растений», «Ботаника высших растений», «Зоология беспозвоночных», «Зоология позвоночных», «Физиология животных и человека», «Иммунология». Все три блока необходимы для формирования теоретической базы, требуемой для понимания принципов, методов анализа данных и позволяющей в последующем самостоятельно осваивать специфические или только появляющиеся методы и технологии, эволюционный подход к изучению биологических объектов. Дисциплины распределены таким образом, чтобы изучение технологических и методологических основ не прерывалось в течение всех четырех лет бакалавриата. Так, рассмотрение базовых понятий осуществляется в рамках дисциплин «Основы молекулярной биологии», «Физика», «Органическая химия». В дальнейшем различные аспекты, рассмотренные в этих дисциплинах, изучаются в дисциплинах «Микробиология», «Биофизика», «Биохимия» и др. Все дисциплины блока имеют значительную практическую составляющую для получения навыков работы с микроорганизмами, клетками и микрофлюидными технологиями.

Дисциплины по выбору, начинающиеся с четвертого года обучения, дают возможность студентам формировать индивидуальный трек и развивать управленческие, исследовательские, аналитические или производственные компетенции. Предлагаемые дисциплины по выбору позволяют студентам познакомиться с современными направлениями биологических наук и фокусироваться на различных аспектах, включая:

- Биоинженерия и биотехнологии – «Введение в биотехнологии и бионанотехнологии», «Химия и физика нуклеиновых кислот и белков», «Биоэнергетика», «Регуляция транскрипции генов», «Генная инженерия», «Атомная и молекулярная спектроскопия»;

- Молекулярная биология – «Молекулярная биология», «Современные методы молекулярной биологии и иммунологии», «Основы молекулярной онкологии (онкоиммунология)», «Геномика и протеомика», «Вирусология», «Энзимология»;

- Клеточная биология - «Клеточная инженерия», «Геронтология», «Введение в нейробиологию»;

- а также возможные комбинации указанных треков при желании усилить междисциплинарную направленность подготовки.

Кроме того, значительной частью программы является проектная работа, как в рамках практических занятий, так и в сотрудничестве с исследовательскими лабораториями НИУ ВШЭ.

Описанная выше структура Учебного плана соответствует целям Образовательной программы - подготовить высококвалифицированных и компетентных специалистов,

способных к эффективной профессиональной деятельности в области биологии, в том числе:

- специалистов в области биотехнологий и биоинформатики;
- специалистов, умеющих применять биологические и биоинженерные методы и технологии для решения широкого спектра прикладных задач;
- научных работников, специализирующихся в области разработки методов и технологий для анализа данных на базе наукоемких и высокотехнологичных подходов.

Также структура Учебного плана направлена на решение задач Образовательной программы:

- развитие навыков использования средств анализа данных и разработки информации для создания и реализации проектов;
- формирование компетенций, направленных на развитие аналитических и исследовательских способностей выпускников;
- развитие способностей организовывать индивидуальную предпринимательскую деятельность в области биотехнологий;
- приобретение знаний о современных тенденциях в области биологических наук.

## Концепция проектного обучения и научно-исследовательской работы студентов

Важной частью бакалаврской программы является научно-исследовательская и проектная работа студентов. Начиная с первого курса студенты в течение года выполняют индивидуальный или командный проект или занимаются научно-исследовательской работой в выбранной области. Результаты этой работы заслушиваются по окончании каждого модуля на специальных семинарах, участие в которых принимают преподаватели, студенты разных курсов. Кроме того, в программе предусмотрено проведение специальных студенческих семинаров.

Основными задачами семинара являются:

- обучение студентов навыкам академической работы, включая подготовку и проведение научных исследований, написание научных работ;
- обучение навыкам научного обсуждения и презентации идей, концепций, результатов исследований, проектов и исследовательских работ;
- исследование областей применения технологий моделирования с помощью микрофлюидных систем, физико-химической биологии, клеточной и молекулярной биологии;
- знакомство студентов с примерами успешных исследовательских, аналитических и технологических проектов.

## Характеристика кадрового потенциала

В НИУ ВШЭ есть достаточный количественный и качественный состав преподавателей для реализации дисциплин направления. Ресурсной кадровой базой станут магистерские программы по направлению «Клеточная и молекулярная биотехнология» станет профессорско-преподавательский состав факультетов физики, химии,

компьютерных технологий, математики, юриспруденции, в дальнейшем для покрытия биологического профиля программы планируется привлечение выпускников магистерской программы факультета «Биологии и биотехнологии». Кроме того, к преподаванию на программе предполагается привлечь ведущих преподавателей биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, сотрудников ИБХ РАН, где читаются одни из лучших курсов по ботанике, зоологии, молекулярной биологии, а также специалистов-практиков из различных компаний.

Факультет «Биологии и биотехнологии» НИУ ВШЭ планирует открытие и оснащение трех учебных лабораторий, для покрытия требуемых для реализации Образовательной программы ресурсов (лабораторные работы, практикумы).

НИУ ВШЭ оставляет за собой право вносить в процессе обучения коррективы, как в учебный план, так и в наименования отдельных дисциплин, не противоречащие образовательному стандарту НИУ ВШЭ.