

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Высшая школа управления и инноваций



УТВЕРЖДАЮ
И.о.декана
/В.В.Печковская /
«28» августа 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ВВЕДЕНИЕ В БИОИНЖЕНЕРИЮ И БИОИНФОРМАТИКУ

Бакалавриат

27.03.05 «ИННОВАТИКА»

**Профиль «Технологии цифровой экономики
и управление инновационными проектами»**

вариативная часть

Форма обучения: очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
на заседании Совета Факультета.
(протокол № 5, 27.08.2025 г.)

Москва 2025

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки / специальности 27.03.05 «Инноватика», 27.04.05 "Инноватика" (программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки), утвержденным приказом МГУ от 30 декабря 2020 года № 1376 (в редакции приказов МГУ от 7 октября 2021 года № 1048, от 21 декабря 2021 года № 1404, от 29 мая 2023 года № 700, от 29 мая 2023 года № 702, от 29 мая 2023 года № 703, от 30 августа 2024 года № 1108).

Годы приема на обучение; 2022, 2023, 2024, 2025, 2026

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП относится к вариативной части ОПОП, является обязательной для освоения.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия:

К освоению дисциплины допускаются лица, имеющие **законченное высшее образование уровня бакалавриата** (любого направления подготовки).

1. Входные компетенции

Обучающийся должен обладать сформированными на уровне бакалавриата общепрофессиональными и универсальными компетенциями, включая:

- способность к системному, аналитическому и критическому мышлению;
- понимание основ биологии, химии и физики, необходимых для изучения живых систем на молекулярном уровне;
- иметь навыки работы с информационными технологиями;
- способность оценивать достоверность и актуальность данных.

2. Входные результаты обучения

Знать:

- базовые представления о строении клетки, функциях белков и нуклеиновых кислот (ДНК/РНК);
- принципы передачи наследственной информации и основы теории эволюции;
- основы статистики и логики, необходимые для анализа количественных данных;
- общее представление о том, как научные открытия преобразуются в технологии.

Уметь:

- работать с научной литературой;
- применять стандартные инструменты обработки данных;
- анализировать влияние биологических факторов на социальные и экономические процессы.

Владеть:

- методами декомпозиции сложных объектов на составляющие элементы;
- понятийным аппаратом в объеме среднего общего или базового высшего образования;
- навыками работы с цифровыми источниками информации.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
<p>УК-5. Способен осуществлять социальные и профессиональные взаимодействия, реализовывать свою роль в команде, организовывать работу в команде для решения профессиональных задач.</p>	<p>УК-5.1. Выполняет командную роль, соблюдает договоренности, обеспечивает обмен информацией в команде.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • принципы распределения ролей в междисциплинарных биоинженерных проектах; • правила обмена специфическими научными данными. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • согласовывать этапы исследований и сроки обработки данных; • передавать результаты анализа коллегам по установленным протоколам. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками взаимодействия в команде при решении комплексных задач биоинформатики
	<p>УК-5.2. Организует групповую работу над задачей: распределяет функции, координирует выполнение, проводит рабочие обсуждения и подводит итоги.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методы координации работ при интеграции биологических и инженерных подходов. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • формулировать повестку обсуждения результатов экспериментов; • фиксировать принятые решения по корректировке моделей. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками координации небольшой группы в рамках учебного биоинженерного проекта.

	<p>УК-5.3. Управляет конфликтами и обратной связью в команде на базовом уровне: выявляет причины, предлагает корректные способы разрешения</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • типовые причины конфликтов в междисциплинарных научных коллективах (между биологами, программистами и инженерами); • базовые техники конструктивной обратной связи при анализе результатов биоинформатических исследований; правила ведения дискуссий по этическим аспектам биоинженерии. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • описывать конфликтные ситуации, возникающие при распределении задач в биоинженерном проекте; • выбирать корректную стратегию взаимодействия при расхождении в интерпретации данных; • формулировать конструктивную обратную связь по качеству кода или результатам лабораторных экспериментов. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками поддержания рабочей коммуникации в проектной группе; • методами профилактики эскалации конфликтов при обсуждении междисциплинарных гипотез; • навыками фиксации промежуточных договоренностей в команде.
<p>УК-11. Способен интерпретировать историю России в контексте мирового исторического развития.</p>	<p>УК-11.1. Анализирует основные события в истории России во взаимосвязи с мировыми историческими процессами</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ключевые этапы истории России в контексте глобального научно-технического развития; • основные мировые процессы становления биотехнологического уклада; вклад

		<p>российских ученых (Н.И. Вавилова, И.П. Павлова и др.) в мировую биоинженерию; базовые исторические понятия.</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • устанавливать взаимосвязь между развитием отечественных биологических школ и мировыми научными трендами; • объяснять влияние глобальных социально-экономических процессов на становление современной биоинформатики в России; • корректно использовать историко-научную терминологию. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками анализа исторических фактов развития биоинженерии и биоинформатики; • навыками аргументированного изложения позиции по вопросам преемственности научных знаний в России и мире.
	<p>УК-11.2 Интерпретирует исторические события с опорой на различные источники и подходы.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • историю становления естествознания и биотехнологий; основные этапы научно-технологических революций; • принципы критического анализа научных открытий в историческом контексте. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • сопоставлять точки зрения на развитие биоинженерии в России и мире; выявлять социальные последствия внедрения биотехнологий в разные исторические периоды. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками критической оценки информации об эволюции научного знания; методиками

		подготовки аналитических справок по истории инноваций.
	УК-11.3. Применяет исторические знания для понимания современных социальных и профессиональных процессов.	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • исторические предпосылки развития отечественной школы генетики и биоинженерии в контексте мировых открытий. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • проводить исторические аналогии между этапами развития технологий и современным состоянием биоиндустрии в России. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками использования знаний об истории науки в профессиональных дискуссиях.
ОПК-5.Б Способен решать задачи в области инновационных процессов в науке, технике и технологии с учетом нормативно-правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности.	ОПК-5.1.Б Учитывает нормы законодательства в сфере интеллектуальной собственности при разработке инновационного решения.	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • особенности патентного права в области биотехнологий и генетических последовательностей; • требования к правовой охране результатов НИОКР в биоинженерии. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • анализировать патентную чистоту биоинженерных разработок; выявлять правовые риски при использовании открытых баз данных. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками работы с патентной информацией в сфере Life Sciences.
	ОПК-5.2.Б Оценивает инновационное решение с учетом правовой защиты и коммерциализации результатов.	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • процедуры патентования биологических объектов и алгоритмов биоинформатики; • основы лицензирования технологий в медицине и агроботехе;

		<ul style="list-style-type: none"> • формы защиты интеллектуальной собственности. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • выявлять необходимость патентной защиты биоинженерных разработок; учитывать правовой статус генно-инженерных технологий при планировании проекта; • формулировать предложения по защите бренда биопродукта. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками правового анализа биотехнологических проектов; • методами подготовки обоснований для коммерциализации результатов биоинформатических исследований.
ОПК-10.Б Способен использовать информационно-коммуникационные технологии, базы данных, пакеты прикладных программ для решения задач планирования и управления работами по инновационным проектам.	ОПК-10.1.Б Использует базы данных и информационные системы для сбора и анализа инженерно-технической и экономической информации	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • структуру и принципы работы специализированных биоинформатических баз данных (GenBank, UniProt и др.). <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • формировать сложные запросы к биологическим базам данных; • осуществлять поиск релевантной научной информации. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками интерпретации данных, полученных из цифровых информационных систем.
	ОПК-10.2.Б Применяет пакеты прикладных программ для решения инженерно-технических и технико-экономических задач инновационного проекта.	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • специализированное ПО для биоинформатического анализа и молекулярного моделирования;

		<ul style="list-style-type: none"> • методы обработки биоинженерных данных; требования к представлению результатов расчетов. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • выполнять расчеты параметров биопроцессов в прикладных программах; визуализировать результаты анализа биологических последовательностей; • проверять корректность работы алгоритмов моделирования. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками использования биоинформатических сервисов и пакетов для инженерных обоснований; • методами подготовки расчетных моделей биоинженерных систем.
	<p>ОПК-10.3.Б Использует цифровые инструменты для планирования и управления работами по инновационному проекту.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ИТ-инструменты для управления циклом разработки биоинженерного продукта; • методы планирования ресурсов наукоемких лабораторий; • показатели контроля выполнения этапов НИОКР. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • составлять календарные планы разработки биоинформационного ПО; • распределять ресурсы между исследовательскими группами с помощью цифровых платформ; • формировать отчетность о прогрессе биопроекта. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками цифрового сопровождения проектов в биоинженерии;

		<ul style="list-style-type: none"> инструментами мониторинга технико-экономических показателей инноваций в биотехе.
<p>ПК-5.Б Способен разрабатывать стратегию развития организации с учетом требований рынка, тенденций развития науки и техники.</p>	<p>ПК-5.1.Б Проводит стратегический анализ внешней и внутренней среды инновационной организации.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> ключевые тренды мировой биоинженерии и биоинформатики (синтетическая биология, персонализированная медицина); методы SWOT-анализа биотехнологических стартапов. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> анализировать рынок биотехнологий; оценивать влияние новых открытий в биоинформатике на конкурентоспособность проектов. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> навыками подготовки аналитических обзоров технологической среды в области Life Sciences.
	<p>ПК-5.2.Б Формулирует предложения по стратегическому развитию организации</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> принципы стратегического планирования в биотехнологическом секторе; методы постановки целей для наукоемких производств; основы инновационной политики в сфере Life Sciences. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> формулировать стратегические задачи по внедрению биоинженерных решений; определять приоритеты развития лабораторной и производственной базы; учитывать ресурсные ограничения при разработке биоинформационных платформ. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> навыками разработки разделов стратегии развития биотехнологических компаний;

		<ul style="list-style-type: none"> методами представления решений по масштабированию биотехнологических проектов.
<p>ПК-11.Б Способен оценивать экономическую эффективность инновационного проекта с учетом возможных рисков, разрабатывать план реагирования на них.</p>	<p>ПК-11.1.Б Проводит расчет экономической эффективности проекта</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> основные показатели эффективности инновационного проекта (NPV, IRR, срок окупаемости); структуру затрат и доходов при реализации проектов в области биотехнологии и биоинформатики; основы инвестиционного анализа наукоемких проектов <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> рассчитывать экономические показатели для проектов по разработке биотехнологических продуктов; анализировать денежные потоки и интерпретировать результаты оценки экономической целесообразности; Учитывать специфические ресурсные ограничения и затраты на высокотехнологичное оборудование и реагенты. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> Навыками технико-экономического обоснования (ТЭО) внедрения результатов биотехнологических исследований; Навыками подготовки финансового раздела инновационного проекта; Методами оценки коммерческого потенциала разработок в сфере биоинформатики.

	<p>ПК-11.2.Б Идентифицирует и оценивает риски проекта, разрабатывает меры реагирования.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • специфические риски биоинженерных проектов (биологические риски, этические ограничения, риски клинических испытаний). <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • выявлять вероятность негативных последствий внедрения генно-инженерных решений; • формировать планы минимизации рисков. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками составления реестра рисков для инновационных проектов в биоинформатике.
--	--	--

4. Объем дисциплины (модуля) 2 з.е., в том числе 32 академических часа на контактную работу обучающихся с преподавателем, 40 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

п/п	Раздел	Содержание (темы)
1	Введение в предмет	<p>Основные приоритеты научно-технического развития. Информационные технологии. Биотехнологии. Генная инженерия и медицина. Роль инноваций в современном мире. Аминокислоты, строение и свойства. ДНК, РНК, нуклеотиды. Основные законы и положения биологии, молекулярной биологии, биохимии, микробиологии.</p>

2	Биоинженерия	Место биоинженерии и инновационном процессе. Методы биоинженерии: молекулярное клонирование, генная инженерия, биотехнология, молекулярная и клеточная биология, сайт-направленный мутагенез, экспрессия генетических конструкций.
3	Биоинформатика	Место биоинформатики и инновационном процессе. Методы биоинформатики: сравнение последовательностей, анализ баз данных, выравнивание последовательностей, поиск гомологичных последовательностей.
4	Уровни структурной организации белков	Первичная структура белка. Вторичная, третичная и четвертичная структуры протеинов. Мотивы и домены. Функции белков, связь со структурой. Современные методы предсказания вторичной и третичной структуры белков на основе первичной структуры. Метод моделирования по гомологиям. Базы данных пространственных структур биополимеров.
5	Методы определения пространственной структуры биополимеров	Структура записи PDB. Анализ структурных особенностей. Предсказание вторичной структуры. Предсказание третичной структуры белков по гомологии. Моделирование гомологов. Фолдинг и его распознавание.
6	Предсказание функции биополимеров по последовательности и эволюция на уровне молекул	Анализ гомологов и функциональные сигналы. Лидерные пептиды и трансмембранные сегменты. Сайты модификации белков (гликозилирование, фосфорилирование и т.п.). Функциональные сайты ДНК. Гены прокариот и эукариот. Сравнительные методы предсказания генов. Поиск РНК с заданной структурой (тРНК и т.п., регуляторные участки мРНК). Эволюция молекул и организмов (горизонтальный перенос, ортологи, паралоги, деревья генов). Филогенетическое дерево. Модели эволюции. Эволюция на уровне генома. Анализ популяционных данных.
7	Визуализация биологических структур	Методы визуализации для микроскопии, структурной биологии. Программа PyMol. Программа ImageJ.
8	Актуальные проблемы биоинженерии и биоинформатики	Аннотации генома, поиск генов, поиск сайтов репликации в геноме человека. Предсказание структуры, функции и клеточной локализации белков. Геномное редактирование, этические проблемы клонирования.

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе							
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) <i>Виды контактной работы, часы</i>					Самостоятельная работа обучающегося <i>Виды самостоятельной работы, часы</i>		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальная работа с обучающимися	Всего	Вид	часы	Всего
1. Введение в предмет	8	лекция, 2	семинар, 2			4	подготовка к устному опросу	4	4
2. Биоинженерия	14	лекция, 2	семинар, 4			6	подготовка к письменной контрольной работе	8	8
3. Биоинформатика	14	лекция, 2	семинар, 4			6	подготовка к письменной контрольной работе	8	8
4. Уровни структурной организации белков	7	лекция, 1	семинар, 2			3	выполнение задания	4	4

5. Методы определения пространственной структуры биополимеров	7	лекция, 1	семинар, 2			3	выполнение задания	4	4
6. Предсказание функции биополимеров по последовательности и эволюция на уровне молекул	7	лекция, 1	семинар, 2			3	выполнение задания	4	4
7. Визуализация биологических структур	5	лекция, 1	семинар, 2			3	подготовка к устному опросу	2	2
8. Актуальные проблемы биоинженерии и биоинформатики	6	лекция, 2	семинар, 2			4	подготовка к устному опросу	2	2
Промежуточная аттестация	Экзамен						4		
Итого	72	32					40		

6. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) представлен в приложении «ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ (ФОС)».

Типовые задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения:

Вопросы для письменной контрольной работы.

Варианты проектных заданий по темам 4,5,6 (10 вариантов по каждой теме).

Вопросы к зачёту.

Шкала и критерии оценивания (шкала и критерии оценивания могут быть едиными (типовыми) для всех дисциплин (модулей), входящих в ОПОП)

СИСТЕМА РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНКИ И КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

№ п/п	СТРУКТУРА	Баллы по каждому модулю
1.	Оценка за активное участие в учебном процессе и посещение занятий: <div style="text-align: right;"> Всех занятий Не менее 75% Не менее 50% Не менее 25% </div>	5 4 3 2 до 5
2.	устный опрос в форме собеседования письменный опрос в виде теста проектное задание в формате презентации/реферата Итого:	15 10 20 45
3.	Итоговый тест	50
	ВСЕГО:	100

Пересчет на 5 балльную систему

2 (неудовлетворительно)	3 (удовлетворительно)	4 (хорошо)	5 (отлично)
< 50	50-64	65-84	85-100

7. Ресурсное обеспечение:

- **Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

а) Основная литература:

1. Б. Глик, Дж. Пастернак "Молекулярная биотехнология. Принципы и применение" Пер. с англ. — М, МИР 2002. - SBN (EAN): 5-03-003328-9, 1-55581-1361.
2. М. Сингер, П. Берг. "Гены и геномы" Пер. с англ. — М.: Мир, 1998. — 391 с. — ISBN 5-03-002850-1.
3. И.В. Манухов, С.В. Баженов, В.В. Фомин, Д.Ф. Багаева, П.А. Назаров, Анча Баранова, Е.Ю. Гнучих. «Генетическая инженерия» Учебное пособие / под ред. И.В. Манухова, М.: Издательство «Перо», 2025. — 186 с. — ISBN 5-03-00258-319-5
4. С. Гроссман, Д. Тернер Математика для биологов. Пер. с англ - М.: "Высшая школа", 1983, 383 стр
5. Леск, А.М. Введение в биоинформатику Пер. с англ. под ред. А.А. Миронова, В.К. Швядоса. – 2-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 318 с.
6. Стефанов, В.Е., Биоинформатика: учебник для академического бакалавриата / В.Е. Стефанов, А.А. Тулуб, Г.Р. Мавропуло-Столяренко. – СПб.: СПГУ, 2016. – 252 с.
7. Шевелухи, В.С. Сельскохозяйственная биотехнология и биоинженерия: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по сельскохозяйственным, естественно-научным и педагогическим специальностям / под ред. В.С. Шевелухи. – Изд. 4-е, значит. перераб. и доп. – М.: URSS, 2015. – 700 с.

а) Дополнительная литература:

1. В. Эллиот, Д. Эллиот. Биохимия и молекулярная биология. Пер. с англ - – М.: МАИК, 2002. – 431 с.
2. М.П. Кирпичников, К.В. Шайтан Методические разработки по реализации образовательных программ в области биоинженерии М.: Моск. гос. ун-т. им. М.В.Ломоносова., 2007. – 140 с.
3. Р. Докинз Эгоистичный ген, Пер. с англ - М.: АСТ, 2013.
4. В. Грант Эволюционный процесс: Критический обзор эволюционной теории: Пер. с англ. — М.: Мир, 1991. — 488 с
5. Н. Лейн. Лестница жизни: десять величайших изобретений эволюции / Пер. с англ. - М: АСТ: CORPUS, 2014.- 528 с
6. А.Н. Огурцов. Введение в биоинформатику– Х.: НТУ «ХПИ», 2011. – 400с.

- **Перечень лицензионного программного обеспечения:**

MS Office

PyMOL – URL: <https://www.pymol.org/>

- **Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

1. EcoСус: Энциклопедия генов и метаболизма кишечной палочки [Электронный ресурс]. - URL: <https://ecocyc.org/>
2. NCBI: Национальный центр биотехнологической информации США: [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
3. UniProt — открытая база данных последовательностей белков [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.uniprot.org/>
4. RCSB PDB: Банк данных белков [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rcsb.org/>
5. BioСус: Коллекция баз данных биоциклических путей/генома [Электронный ресурс]. – URL: <https://biocyc.org/>
6. OMIM: Каталог генетических заболеваний человека [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.omim.org/>
7. STRING: сети ассоциации функциональных белков . [Электронный ресурс]. – URL: <https://string-db.org/>
8. KEGG: Данные о метаболических путях и биохимических реакциях [Электронный ресурс]. – URL: www.genome.jp
9. SGD: База данных генома *Saccharomyces* [Электронный ресурс]. – URL: www.yeastgenome.org.
10. iGEM Реестр стандартных биологических компонентов [Электронный ресурс]. – URL: <https://registry.igem.org/>
11. AlphaFold: База данных белковых структур [Электронный ресурс]. – URL: <https://alphafold.ebi.ac.uk/>
12. BRENDA: Информационная система по ферментам [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.brenda-enzymes.org>
13. CHOPCHOP: Веб-инструмент для подбора мишеней CRISPR/Cas9 [Электронный ресурс]. – URL: <https://chopchop.cbu.uib.no/>
14. SynBioHub: Репозиторий для хранения и обмена дизайнами синтетических биологических систем. [Электронный ресурс]. – URL: <https://synbiohub.org/>

- **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Benchling: облачная платформа для биотехнологических исследований и разработок. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.benchling.com/>
2. Addgene: Некоммерческий репозиторий плазмид. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.addgene.org/>
3. JoVE: Журнал визуализированных экспериментов [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.jove.com/ru>
4. Nature Protocols журнал [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.nature.com/nprot/>
5. Nature Methods журнал [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.nature.com/nmeth/>
6. Thermo Fisher Scientific (раздел Technical Resources) [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.thermofisher.com/ru/ru/home/technical-resources/technical-reference-library.html>
7. New England Biolabs (раздел Resources) [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.neb.com/en/tools-and-resources>
8. Protocols.io: Современная и площадка обмена протоколами [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.protocols.io/>

9. Molecular Cloning: A Laboratory Manual (Sambrook and Russell): «Библия» геной инженерии. [Электронный ресурс]. – URL: <https://molecularcloning.com/>

- **Описание материально-технической базы**

Для проведения образовательного процесса необходима аудитория, оборудованная компьютером и проектором, необходимыми для демонстрации презентаций. Обязательное программное обеспечение – MS Office.

Материально-техническое обеспечение (МТО) соответствует необходимым требованиям, включая аудитории, ПО и доступ к базам данных и информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

8. Язык преподавания: русский

9. Преподаватель (преподаватели): Назаров Павел Александрович, к.б.н., ведущий научный сотрудник НИИ Физико-химической биологии им. А.Н. Белозерского МГУ им. М.В. Ломоносова.

10. Разработчики программы: Назаров Павел Александрович, к.б.н., ведущий научный сотрудник НИИ Физико-химической биологии им. А.Н. Белозерского МГУ им. М.В. Ломоносова.