

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталья Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 26.08.2026 17:46:22
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bff679172803da5b7b559fc69e2

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

Факультет естественных наук
Кафедра общей биологии и биоэкологии

Согласовано
и.о. декана факультета естественных наук
«14» 04 2026 г.
/Лялина И.Ю./

Рабочая программа
Учебная практика (практика по направлению профессиональной
деятельности)
Направление подготовки
06.04.01 Биология

Профиль:
Биоинформатика и анализ больших данных
в экологическом мониторинге

Квалификация
Магистр

Форма обучения
Очная

Согласовано учебно-методической
комиссией факультета естественных наук
Протокол «14» 04 2026 г. № 6
Председатель УМКом /Лялина И.Ю./

Рекомендовано кафедрой общей биологии
и биоэкологии
Протокол от «06» 03 2026 г. № 2
Зав. кафедрой /Гордеев М.И./

Москва
2026

Авторы-составители:

Гордеев Михаил Иванович, доктор биологических наук, профессор кафедры общей биологии и биоэкологии ФГАОУ ВО «Государственный университет просвещения»

Москаев Антон Вячеславович, кандидат биологических наук, доцент кафедры общей биологии и биоэкологии ФГАОУ ВО «Государственный университет просвещения»

Темников Андрей Андреевич, старший преподаватель кафедры общей биологии и биоэкологии ФГАОУ ВО «Государственный университет просвещения»

Рабочая программа учебной практики (практики по направлению профессиональной деятельности) составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.04.01 Биология, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 11.08.2020г., № 934.

Учебная практика (практика по направлению профессиональной деятельности) входит в обязательную часть Блока 2 «Практика», и является обязательной для изучения.

Оглавление

1. ВИД, ТИП, ОБЪЕМ ПРАКТИКИ, СПОСОБЫ ЕЕ ПРОВЕДЕНИЯ (В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ, УСТАНОВЛЕННЫМИ ФГОС)	5
2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ПРАКТИКИ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	6
3. МЕСТО ПРАКТИКИ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	11
4. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ	13
5. ФОРМЫ ОТЧЕТНОСТИ ПО ПРАКТИКЕ	20
5.1. Дневник практики	20
5.2. Итоговый отчёт о прохождении практики	20
5.3. Презентация для защиты.....	21
5.4. Дополнительные материалы (по запросу руководителя)	21
5.5. Сроки сдачи	21
5.6. Процедура защиты	21
6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ: МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)	22
6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы	22
6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	24
6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. ..	32
6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.	34
7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ПРОХОЖДЕНИЯ ПРАКТИКИ	38
8. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРАКТИКИ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)	40
8.1. Лицензионное программное обеспечение	40
8.2. Свободно распространяемое программное обеспечение (в том числе отечественного производства)	40
8.3. Информационные справочные системы.....	41
8.4. Профессиональные базы данных.....	41
8.5. Требования к обеспечению учебного процесса программным обеспечением	41
9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ	42
9.1. Учебные аудитории для проведения лекционных и групповых занятий.....	42
9.2. Компьютерный класс (лаборатория) для выполнения практических заданий	42

9.3. Перечень оборудования и расходных материалов для камеральной работы (при очном проведении в лаборатории)	43
9.4. Программное обеспечение и вычислительные ресурсы	43
9.5. Доступ к электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета	44
9.6. Требования к технике безопасности и санитарные нормы.....	44

1. ВИД, ТИП, ОБЪЕМ ПРАКТИКИ, СПОСОБЫ ЕЕ ПРОВЕДЕНИЯ (В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ, УСТАНОВЛЕННЫМИ ФГОС)

Вид практики – учебная практика.

Тип практики – практика по направлению профессиональной деятельности.

Способ проведения – стационарная, возможно с выездом в профильные организации.

Форма проведения – непрерывно

Место проведения – компьютерные лаборатории университета, а также (при наличии договоров) – базы практик (научно-исследовательские институты, экологические центры, биотехнологические компании).

Объем практики:

Показатель	Часы
Общая трудоёмкость	324 часа (9 з.е.)
Контактная работа с преподавателем (всего)	4,2
Самостоятельная работа (практическая подготовка)	312
Контроль (подготовка отчёта, дневника, презентации)	7,8

Форма промежуточной аттестации – зачёт с оценкой (в 2 семестре 1 курса).

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ПРАКТИКИ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

2.1. Цель и задачи практики

Цель практики – формирование у магистрантов системы профессиональных компетенций, необходимых для самостоятельной работы в сфере экологического мониторинга и биоинформатики, включая умение применять фундаментальные биологические знания, современные компьютерные технологии и методы анализа данных для решения практических задач в научно-исследовательских и производственных организациях.

Задачи практики:

Ознакомление с профессиональной средой

– Изучение структуры, основных направлений деятельности и документооборота профильных организаций (научные лаборатории, центры экологического мониторинга, биотехнологические компании).

– Освоение правил внутреннего трудового распорядка, техники безопасности и требований к отчётности.

Применение фундаментальных биологических знаний

– Использование концепций биосферных процессов, экологии и генетики для постановки задач мониторинга.

– Интерпретация полученных данных с позиций экологической безопасности и биоразнообразия.

Работа с профессиональными базами данных и вычислительными инструментами

– Загрузка и первичный анализ геномных, метаболомных и экологических данных из открытых архивов (NCBI SRA, ENA, GBIF).

– Применение пакетов R (vegan, adegenet, ggplot2) и биоинформатического ПО (FastQC, Trimmomatic, BWA, SAMtools) для обработки данных.

Решение профессиональных задач

– Самостоятельное выполнение типовых пайплайнов анализа (контроль качества, картирование, таксономическое профилирование, статистическая обработка).

– Формулировка выводов и рекомендаций на основе полученных результатов.

2.2 Планируемые результаты обучения при прохождении практики

В результате прохождения данной учебной практики у обучающегося формируются следующие компетенции (в соответствии с ФГОС ВО по направлению 06.04.01 Биология и учебным планом):

Код компетенции	Содержание компетенции
ОПК-1	Способен использовать и применять фундаментальные биологические представления и современные методологические подходы для постановки и решения новых нестандартных задач в сфере профессиональной деятельности.
ОПК-2	Способен творчески использовать в профессиональной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность программы магистратуры.
ОПК-3	Способен использовать философские концепции естествознания и понимание современных биосферных процессов для системной оценки и прогноза развития сферы профессиональной деятельности.

Код компетенции	Содержание компетенции
ОПК-5	Способен участвовать в создании и реализации новых технологий в сфере профессиональной деятельности и контроле их экологической безопасности с использованием живых объектов.
ОПК-7	Способен в сфере своей профессиональной деятельности самостоятельно определять стратегию и проблематику исследований, принимать решения, в том числе инновационные, выбирать и модифицировать методы, отвечать за качество работ и внедрение их результатов, обеспечивать меры производственной безопасности.
ОПК-8	Способен использовать современную исследовательскую аппаратуру и вычислительную технику для решения инновационных задач в профессиональной деятельности.
СПК-1	Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию.
СПК-2	Способен использовать программы для эпигенетического анализа и качества эпигенетических данных.
СПК-3	Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты.
СПК-4	Способен проводить экспертно-аналитическую работу при проведении научных исследований и экспериментальных работ.

Планируемые результаты обучения (знания, умения, навыки), соотнесённые с компетенциями

Компетенция	Знать	Уметь	Владеть
ОПК-1 (фундаментальные биологические представления)	– современные концепции организации биосферы, экосистем и популяций; – методы экологического мониторинга и биотестирования; – принципы оценки биологической безопасности.	– применять биологические концепции для постановки задач профессиональной деятельности; – интерпретировать результаты мониторинга с позиций экологической устойчивости; – предлагать нестандартные подходы к анализу данных.	– навыками формулирования гипотез на основе биологических знаний; – методами качественной и количественной оценки состояния окружающей среды.

Компетенция	Знать	Уметь	Владеть
ОПК-2 (прикладные знания)	– ключевые разделы биоинформатики, геномики и математической статистики; – методы анализа данных секвенирования (NGS); – форматы геномных и экологических данных.	– творчески комбинировать методы разных дисциплин для решения конкретной задачи; – адаптировать стандартные пайплайны под нетиповые данные.	– способностью интегрировать знания из смежных областей; – техникой поиска и критического анализа научной литературы.
ОПК-3 (биосферные процессы)	– основные биосферные циклы (углерода, азота и др.); – глобальные экологические проблемы и их связь с антропогенной нагрузкой; – методы долгосрочного прогнозирования.	– оценивать влияние технологических процессов на биосферу; – использовать данные мониторинга для прогноза изменения экосистем; – аргументировать экологические рекомендации.	– системным мышлением в области биосферных исследований; – навыками экологического прогнозирования с использованием ГИС и моделей.
ОПК-5 (создание и реализация новых технологий)	– современные биотехнологии и методы контроля их экологической безопасности; – принципы работы с живыми объектами в эксперименте; – нормативные требования к внедрению новых технологий.	– участвовать в разработке технологических решений для экологического мониторинга; – оценивать потенциальные риски использования живых систем; – предлагать меры по снижению экологической нагрузки.	– навыками лабораторной работы с биологическими образцами (при необходимости); – методологией проектирования безопасных технологий.
ОПК-7 (стратегия исследований, принятие решений)	– методы планирования и организации научного проекта; – критерии выбора методик и инструментов анализа; – основы	– самостоятельно определять стратегию анализа данных; – принимать обоснованные	– навыками руководства малым коллективом (при выполнении группового задания); – способностью

Компетенция	Знать	Уметь	Владеть
	производственной безопасности и управления качеством.	решения в условиях неполноты информации; – модифицировать существующие пайплайны для повышения надёжности.	отвечать за конечный результат работы.
ОПК-8 (современная аппаратура и вычислительная техника)	– устройство и принципы работы высокопроизводительных вычислительных систем; – основные типы исследовательской аппаратуры (секвенаторы, спектрофотометры и др.); – программные интерфейсы для управления оборудованием.	– использовать командную строку Linux для доступа к серверам; – работать с удалёнными вычислительными ресурсами; – подбирать программное обеспечение под конкретную задачу.	– навыками администрирования биоинформатического окружения (Conda, Docker); – техникой обработки больших объёмов данных на HPC-кластере.
СПК-1 (организация и проведение научных исследований)	– этапы научного исследования (от обзора до апробации); – методы планирования эксперимента; – требования к представлению результатов в виде статей/докладов.	– составлять план-график выполнения научной работы; – организовывать сбор и обработку данных; – готовить доклады и стендовые презентации.	– навыками работы в научном коллективе; – опытом публичного представления результатов.
СПК-2 (программы для эпигенетического анализа и качества данных)	– основные протоколы ChIP-seq, ATAC-seq, WGBS; – программы контроля качества (FastQC, MultiQC, ChIPQC); – метрики качества эпигенетических данных (FRiP, NSC).	– запускать контроль качества для эпигеномных FASTQ-файлов; – интерпретировать отчёты FastQC и выявлять артефакты; – выполнять	– навыками работы с форматами bigWig, bedGraph; – умением оценивать пригодность эпигенетических данных для дальнейшего анализа.

Компетенция	Знать	Уметь	Владеть
		базовый пик- коллинг с помощью MACS2.	
СПК-3 (математическое моделирование)	– основные типы моделей (детерминированные, стохастические, пространственные); – численные методы решения ОДУ; – подходы к верификации и валидации моделей.	– формализовывать экологическую задачу в виде модели; – реализовывать модели в среде R (deSolve, GillespieSSA); – интерпретировать результаты моделирования.	– навыками параметрической идентификации; – способностью критически оценивать адекватность модели.
СПК-4 (экспертно-аналитическая работа)	– методы экспертного анализа и статистического вывода; – критерии качества данных и результата; – стандарты оформления экспертных заключений.	– проводить экспертизу исходных данных (полнота, достоверность); – выявлять аномалии и систематические ошибки; – готовить аналитические отчёты с обоснованными выводами.	– навыками составления заключений по результатам мониторинга; – умением аргументированно защищать свою аналитическую позицию.

3. МЕСТО ПРАКТИКИ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная практика (практика по направлению профессиональной деятельности) относится к обязательной части Блока 2 «Практика» федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.04.01 Биология (уровень магистратуры).

Практика базируется на знаниях, умениях и компетенциях, сформированных у обучающихся в процессе изучения следующих дисциплин и прохождения предшествующих практик:

Предшествующие дисциплины / практики	Формируемые элементы (знания, умения)
Биоинформатика (работа в базах данных) (Б1.О.05)	– навыки поиска и загрузки данных из NCBI, ENA, GenBank; – понимание форматов FASTA, FASTQ, SAM/BAM, VCF; – первичные навыки работы в командной строке Linux.
Современные компьютерные технологии в науке (Б1.О.02)	– владение операционной системой на уровне уверенного пользователя; – умение устанавливать программное обеспечение, работать с файловыми системами и офисными пакетами.
Система и технологии экологического мониторинга (Б1.О.11)	– знание принципов организации экологического мониторинга; – понимание роли биологических методов в оценке состояния окружающей среды; – умение интерпретировать данные наблюдений.
Биоинформационные подходы в геномике (Б1.О.09)	– теоретические основы NGS-анализа (выравнивание, поиск вариантов, контроль качества); – знание алгоритмов BWA, bcftools, SnpEff; – понимание статистических принципов анализа данных.
Учебная практика (ознакомительная) (Б2.О.01(У))	– практический опыт работы с сырыми данными секвенирования (FASTQ); – навыки оценки качества, тримминга и картирования на референс; – первичные навыки оформления отчётности по практике.

В свою очередь, успешное прохождение данной учебной практики является необходимой основой для:

- **Производственной практики (по профилю профессиональной деятельности) (Б2.В.01(П))** – 3 семестр, где студенты будут самостоятельно выполнять полный цикл биоинформатического проекта (от постановки задачи до интерпретации

результатов) в условиях, приближенных к реальной профессиональной деятельности.

- **Производственной практики (научно-исследовательской работы) (Б2.В.03(Н))** – распределена по 1-3 семестрам; практика по направлению деятельности даёт магистранту представление о требованиях к организации исследований в профессиональной среде, что важно для планирования собственного НИР.
- **Производственной практики (преддипломной) (Б2.В.02(Пд))** – 4 семестр; в ходе преддипломной практики студенты завершают оформление магистерской диссертации; практика по направлению помогает выработать стиль и формат представления результатов, принятый в отрасли.
- **Выполнения курсовых работ и магистерской диссертации** – особенно в части, касающейся анализа реальных данных экологического мониторинга, оценки биоразнообразия, обработки метагеномных или геномных выборок.

Таким образом, практика занимает ключевое место в профессиональной подготовке магистранта, обеспечивая переход от учебных задач к решению реальных профессиональных задач, с которыми выпускник встретится в научных, природоохранных или биотехнологических организациях.

4. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

4.1 Структура и трудоёмкость этапов

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Виды работ на практике, включая самостоятельную работу и практическую подготовку	Трудоёмкость (часы)	Формы отчётности
1	Подготовительный этап	Установочная лекция: цели, задачи, структура практики, техника безопасности, требования к отчётности. Инструктаж по работе с профильной организацией (правила внутреннего распорядка, документооборот, конфиденциальность). Согласование индивидуального задания. Изучение основных направлений деятельности выбранной организации (научная лаборатория, центр экологического мониторинга, биоинформатическая компания). Составление календарного плана.	2 (контакт: лекция) + 20 (СРС: анализ документов, подготовка плана)	Дневник (план-график). Собеседование с руководителем.
2	Основной этап. Модуль 1. Профессиональная среда и работа с экологическими данными	– Знакомство с оборудованием и программным обеспечением, используемым в организации (ГИС, системы управления базами данных, локальные вычислительные кластеры). – Изучение нормативно-	60 (СРС)	Отчёт по модулю 1: краткая характеристика организации, описание данных, графики временных рядов, статистические сводки.

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Виды работ на практике, включая самостоятельную работу и практическую подготовку	Трудоёмкость (часы)	Формы отчётности
		правовой базы в области экологического мониторинга и биоинформатики (приказы Минприроды, ГОСТы на отчётность, требования к метаданным). – Получение и первичный анализ данных экологического мониторинга (многолетние ряды наблюдений за загрязнением воздуха/воды, метеоданные, списки видов). Импорт в R, проверка на пропуски и выбросы, построение описательных статистик и визуализация (ggplot2).		
3	Основной этап. Модуль 2. Использование ГИС и данных дистанционного зондирования Земли	– Освоение базовых операций в QGIS: импорт векторных и растровых данных, привязка, создание карт. – Загрузка спутниковых снимков (Landsat, Sentinel-2) с порталов Copernicus, USGS. Расчёт вегетационных индексов (NDVI, EVI) для исследуемой территории. – Совмещение	80 (CPC)	Отчёт по модулю 2: скриншоты карт, диаграммы NDVI, таблицы зональной статистики, краткая интерпретация.

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Виды работ на практике, включая самостоятельную работу и практическую подготовку	Трудоёмкость (часы)	Формы отчётности
		данных ГИС с точками отбора проб (например, биоразнообразие или загрязнение). Построение карт распределения показателя. – Выполнение буферного анализа или зональной статистики для оценки влияния антропогенных объектов.		
4	Основной этап. Модуль 3. Анализ генетических и метабеномных данных в профессиональном контексте	– Загрузка данных секвенирования из открытых архивов (NCBI SRA, ENA) по теме практики (например, метабеномы почвы/воды, данные 16S рРНК). – Контроль качества и тримминг (FastQC, MultiQC, Trimmomatic). – Таксономическое профилирование с помощью Kraken2 / MetaPhlAn или анализ маркерных генов (DADA2, QIIME2). – Расчёт альфа- и бета-разнообразия (пакет vegan: индексы Шеннона, Симпсона, расстояния Брэя–Кёртиса, NMDS). – Сравнение сообществ между разными условиями (PERMANOVA / adonis2).	90 (СРС)	Отчёт по модулю 3: логи выполнения, графики разнообразия, результаты статистических тестов, выводы о различиях сообществ.

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Виды работ на практике, включая самостоятельную работу и практическую подготовку	Трудоёмкость (часы)	Формы отчётности
		– Визуализация: гистограммы относительной численности, ординационные диаграммы.		
5	Основной этап. Модуль 4. Статистическая обработка и экспертно-аналитическая работа	– Формулировка статистических гипотез на основе экологической задачи (например, «загрязнение влияет на видовое богатство»). – Построение линейных и обобщённых линейных моделей (GLM) для связи переменных среды с биологическими показателями (обилие, разнообразие). – Оценка качества моделей (AIC, диагностика остатков, проверка на мультиколлинеарность). – Интерпретация коэффициентов, формулировка выводов в терминах экологической безопасности. – Подготовка аналитической записки с обоснованными рекомендациями.	70 (СРС)	Отчёт по модулю 4: таблица моделей, графики предсказаний, аналитическая записка (не более 5 стр.).
6	Заключительный этап	Оформление дневника практики (все разделы,	2 (контакт: консультации)	Дневник, итоговый отчёт

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Виды работ на практике, включая самостоятельную работу и практическую подготовку	Трудоёмкость (часы)	Формы отчётности
		подписи руководителя). Подготовка итогового отчёта в формате R Markdown / Jupyter Notebook (включает все выполненные модули, код, визуализацию, интерпретацию). Создание презентации (6-8 слайдов) для защиты. Защита практики перед комиссией (доклад 5-7 мин, ответы на вопросы).	+ 14 (СРС: оформление , подготовка к защите)	(PDF/HTML), презентация.
Итого:		324 (включая 4,2 ч контактной работы)		

4.2 Содержание учебной практики (практики по направлению профессиональной деятельности) по разделам

Подготовительный этап

Задачи этапа:

- Ознакомление с программой практики, требованиями к отчётности и критериями оценивания.
- Проведение инструктажа по технике безопасности, пожарной безопасности, правилам работы с конфиденциальной информацией (при наличии).
- Согласование индивидуального задания с руководителем практики от университета и (при наличии) от профильной организации.
- Составление календарного плана на период практики с указанием этапов и ожидаемых результатов.

Деятельность студентов:

- Прослушивание установочной лекции, изучение методических материалов.
- Сбор информации об организации (структура, направления деятельности, используемое ПО).
- Знакомство с нормативными документами (СанПиН, ГОСТ, внутренние регламенты).
- Определение темы для выполнения практико-ориентированного задания (по согласованию с руководителем).

Результат:

- Заполненный план-график в дневнике практики.
- Конспект инструктажа по технике безопасности.
- Сформированное представление о профессиональной деятельности организации.

Основной этап. Модуль 1. Профессиональная среда и работа с экологическими данными

Цель модуля – адаптироваться к условиям профессиональной деятельности, научиться работать с реальными экологическими данными, анализировать их структуру и качество.

Деятельность студентов:

- Изучение локальных баз данных, опросных листов, журналов наблюдений.
- Импорт данных в R (readr, readxl), первичная очистка (dplyr, tidyr).
- Расчёт описательных статистик (mean, sd, quantile) для выбранных переменных.
- Визуализация распределений (гистограммы, боксплоты, диаграммы рассеяния) с помощью ggplot2.
- Выявление пропусков и выбросов, принятие решения об их обработке.

Результат:

- Очищенный датафрейм в R.
- Набор графиков и статистических таблиц.
- Письменный отчёт по модулю (2-3 стр.).

Основной этап. Модуль 2. Использование ГИС и данных дистанционного зондирования

Цель модуля – освоить базовые приёмы пространственного анализа для решения экологических задач.

Деятельность студентов:

- Регистрация на порталах спутниковых данных, загрузка снимков.
- Базовая обработка в QGIS (обрезка по маске, расчёт индексов, изменение цветовой палитры).
- Экспорт растров в R (пакет raster) для построения графиков связи NDVI с полевыми данными.
- Построение карт-схем с наложением точек отбора проб.
- Выполнение несложного пространственного анализа (например, буфер вокруг точечных источников и оценка среднего NDVI внутри буфера).

Результат:

- Набор карт в формате PNG/PDF.
- Таблица зональной статистики.
- Краткий анализ (например, «NDVI ниже вблизи промышленной зоны»).

Основной этап. Модуль 3. Анализ генетических и метабеномных данных

Цель модуля – закрепить навыки биоинформатического анализа на примере данных, характерных для профессиональной деятельности (метабеномика, 16S, вирусные геномы).

Деятельность студентов:

- Поиск и выбор релевантного датасета в SRA по теме (например, «микробиом почвы в зоне отвала», «бактериальное сообщество сточных вод»).
- Загрузка FASTQ-файлов (prefetch, fastq-dump).
- Контроль качества (FastQC, MultiQC).
- Тримминг и фильтрация (Trimmomatic, cutadapt).
- Таксономическое профилирование с использованием Kraken2 + Bracken или MetaPhlAn.
- Построение графиков относительной численности на уровне рода/семейства (ggplot2).
- Расчёт индексов разнообразия (specnumber, diversity) и ординация (metaMDS, adonis2).
- Статистическое сравнение групп (например, фоновые участки vs загрязнённые).

Результат:

- Отфильтрованные FASTQ (архив).
- Отчёты FastQC/MultiQC (до и после).
- Таблицы таксономического состава.
- Графики NMDS, показатели разнообразия.
- Выводы о различиях в микробных сообществах.

Основной этап. Модуль 4. Статистическая обработка и экспертно-аналитическая работа

Цель модуля – выработать навыки статистического моделирования и подготовки экспертных заключений.

Деятельность студентов:

- Выбор зависимой переменной (обилие таксона, индекс разнообразия) и предикторов (температура, pH, концентрация загрязнителя).
- Построение простых линейных моделей (lm) или обобщённых (glm: семейства Poisson, Gaussian, binomial).
- Выбор наилучшей модели по AIC, проверка допущений (plot(model), тест Бреуша–Пэгана).
- Визуализация предсказаний модели (ggpredict из ggeffects).
- Формулировка аналитических выводов: какие факторы значимо влияют, какова величина эффекта.
- Подготовка аналитической записки (2-3 стр.) с рекомендациями для практики (например, «целесообразно использовать индекс NDVI в качестве предиктора видового богатства»).

Результат:

- Таблица с оценками коэффициентов, р-значениями, R^2 (псевдо- R^2).
- График предсказанных значений.
- Аналитическая записка.

Заключительный этап**Задачи этапа:**

- Систематизация всех полученных результатов в единый воспроизводимый отчёт.
- Публичная защита выполненной работы перед комиссией.

Деятельность студентов:

- Создание итогового отчёта в R Markdown / Jupyter Notebook, где последовательно изложены все модули, приведены фрагменты кода, графики, таблицы и выводы.
- Экспорт отчёта в PDF или HTML.
- Подготовка презентации (6-8 слайдов): схема пайплайна, ключевые результаты (карта NDVI, NMDS, значимые факторы), примеры статистических моделей.
- Защита практики: краткий доклад, демонстрация слайдов, ответы на вопросы по технике выполнения анализа и интерпретации результатов.

Результат:

- Дневник практики, подписанный руководителем.
- Итоговый отчёт (электронный).
- Презентация.
- Зачёт с оценкой в ведомости.

5. ФОРМЫ ОТЧЕТНОСТИ ПО ПРАКТИКЕ

По окончании практики обучающийся обязан предоставить руководителю практики от университета **комплект отчётных документов**, включающий:

По окончании практики обучающийся обязан предоставить руководителю практики от университета **комплект отчётных документов**, включающий:

5.1. Дневник практики

Дневник оформляется в бумажном или электронном виде (по согласованию с руководителем) и должен содержать:

- **Титульный лист** с указанием ФИО студента, направления подготовки, программы магистратуры, курса, группы, срока практики, ФИО руководителя.
- **Календарный план** выполнения работ по дням/неделям с указанием:
 - даты;
 - вида выполненной работы (со ссылкой на модули из раздела 4);
 - трудоёмкости в часах;
 - отметки о выполнении (подпись руководителя или электронное подтверждение).
- **Краткие заметки** о возникавших трудностях и способах их преодоления (желательно с указанием использованных источников, команд, скриптов).
- **Характеристику** профессиональной деятельности организации (структура, основные направления, используемое ПО).
- **Итоговое заключение** студента о прохождении практики: какие профессиональные навыки приобретены, насколько удалось выполнить индивидуальное задание, какие компетенции сформированы наиболее полно.

Дневник подписывается студентом и руководителем практики (при наличии практики в профильной организации – также представителем организации).

5.2. Итоговый отчёт о прохождении практики

Отчёт представляется в электронной форме в виде **R Markdown (.Rmd)** или **Jupyter Notebook (.ipynb)** с возможностью экспорта в PDF/HTML. Допускается также оформление в текстовом редакторе с обязательным приложением всех скриптов и логов, однако приоритетным является воспроизводимый формат.

Структура отчёта:

1. **Титульный лист** – по образцу университета.
2. **Введение** (1–2 страницы):
 - Цель и задачи практики (из раздела 2).
 - Краткое описание профильной организации (структура, сфера деятельности, роль в экологическом мониторинге / биоинформатике).
 - Характеристика использованных данных (источники: NCBI SRA, GBIF, Soregnicus; объём, тип, период).
3. **Основная часть** (разбита по модулям в соответствии с разделом 4):
 - **Модуль 1. Профессиональная среда и работа с экологическими данными**
 - Описание организации и её информационной инфраструктуры.
 - Результаты первичного анализа экологических данных: таблицы описательных статистик, графики распределений, выявленные пропуски и выбросы.
 - Фрагменты кода на R (импорт, очистка, визуализация).
 - **Модуль 2. Использование ГИС и данных дистанционного зондирования**
 - Исходные спутниковые данные (источник, дата, разрешение).
 - Карты с расчётом вегетационных индексов (NDVI, EVI) в QGIS и/или R.
 - Результаты пространственного анализа (буферы, зональная статистика).
 - Скриншоты QGIS и/или графики в R.
 - **Модуль 3. Анализ генетических и метабеномных данных**
 - Идентификаторы SRA-образцов, ссылки на проект.
 - Отчёты FastQC/MultiQC до и после тримминга.
 - Команды таксономического профилирования (Kraken2 / MetaPhlAn) и/или анализа 16S (DADA2).

- Графики альфа- и бета-разнообразия, результаты PERMANOVA.
 - Интерпретация различий между группами.
 - **Модуль 4. Статистическая обработка и экспертно-аналитическая работа**
 - Постановка статистической гипотезы, выбор модели (lm, glm).
 - Таблица коэффициентов, р-значений, информационных критериев.
 - Диагностические графики (остатки, QQ-plot).
 - Визуализация предсказаний модели.
 - Аналитическая записка (выводы и рекомендации).
- Каждый раздел сопровождается **фрагментами кода** (R, bash, при необходимости – Rpython) и **комментариями** студента, поясняющими смысл выполняемых операций.
4. **Обсуждение** (1–2 страницы):
 - Насколько удалось достичь целей практики.
 - Какие профессиональные навыки были сформированы или усилены.
 - Какие трудности возникли при работе с реальными данными (например, неполнота метаданных, большой объём, необходимость согласования доступа) и как они были преодолены.
 - Как результаты анализа могут быть использованы в реальной профессиональной деятельности (например, для оценки состояния экосистемы, выявления зон риска).
 - Предложения по улучшению практики (методические, технические).
 5. **Заключение** (выводы по каждому модулю и общий итог).
 6. **Список использованных источников** – литература (из раздела 7 РПД), ссылки на базы данных, программное обеспечение, нормативные документы.
 7. **Приложения** (по желанию) – полные версии скриптов, логи работы программ, все промежуточные файлы (можно ссылкой на GitHub или облачное хранилище).

5.3. Презентация для защиты

Презентация (6–8 слайдов) готовится в формате PowerPoint, Google Slides, PDF или аналогичном и включает:

- **Слайд 1:** Название практики, ФИО студента, руководитель, профильная организация (если есть).
- **Слайд 2:** Схема пайплайна (от сбора данных до экспертного заключения) с указанием использованных инструментов (QGIS, R, Kraken2, ggplot2, vegan и др.).
- **Слайд 3:** Ключевые результаты модуля 2 (карта NDVI, связь с точками отбора).
- **Слайд 4:** Ключевые результаты модуля 3 (NMDS-ординация, индексы разнообразия, статистические различия между группами).
- **Слайд 5:** Ключевые результаты модуля 4 (таблица влияющих факторов, график предсказаний модели).
- **Слайд 6:** Основные выводы по практике и перечень сформированных профессиональных компетенций.
- **Слайд 7–8 (по желанию):** Пример трудности и способ её решения, фото/скриншот работы в организации.

5.4. Дополнительные материалы (по запросу руководителя)

- Ссылка на **GitHub/GitLab-репозиторий**, содержащий все скрипты, исходные и обработанные файлы (при соблюдении правил конфиденциальности).
- Отдельные файлы: финальные карты (GeoTIFF), BAM-файлы (если объём позволяет), VCF-файлы, таблицы таксономического профиля.
- Характеристика от профильной организации (при наличии).

5.5. Сроки сдачи

- Дневник и отчёт предоставляются руководителю **не позднее, чем за 3 календарных дня** до даты защиты, установленной графиком учебного процесса.
- Презентация сдаётся **не позднее, чем за 1 день** до защиты.

5.6. Процедура защиты

Защита практики проводится перед комиссией (руководитель практики, возможно, другие преподаватели кафедры и представитель профильной организации – при её наличии) в формате:

- **Доклад студента** (5–7 минут) с демонстрацией презентации. В докладе следует отразить: цели практики, характеристику организации, основные этапы работы, наиболее интересные/значимые результаты, какие компетенции удалось сформировать.
- **Вопросы комиссии** по:
 - технической реализации анализа (почему выбран тот или иной инструмент, как интерпретировать конкретный параметр);
 - биологической/экологической интерпретации результатов (например, что означает снижение NDVI, какие таксоны оказались индикаторами загрязнения);
 - возможным улучшениям или альтернативным подходам;
 - практической применимости результатов (какие рекомендации можно дать организации).

По итогам защиты выставляется оценка в соответствии с критериями раздела 6.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ: МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код компетенции	Содержание компетенции	Этапы формирования
ОПК-1	Способен использовать и применять фундаментальные биологические представления и современные методологические подходы для постановки и решения новых нестандартных задач в сфере профессиональной деятельности.	1. Подготовительный этап – знакомство с профессиональной средой, нормативной базой. 2. Основной этап (модули 1–4) – применение биологических знаний при анализе экологических и генетических данных. 3. Заключительный этап – интерпретация результатов в биологическом контексте.
ОПК-2	Способен творчески использовать в профессиональной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность программы магистратуры.	1. Подготовительный этап – обзор методов. 2. Основной этап – выбор и комбинирование методов из биоинформатики, экологии, статистики. 3. Заключительный этап – обоснование выбора методов в отчёте.
ОПК-3	Способен использовать философские концепции естествознания и понимание современных биосферных процессов для системной оценки и прогноза развития	1. Подготовительный этап – изучение глобальных экологических проблем. 2. Основной этап (модули 2,3) – интерпретация данных мониторинга в контексте биосферных процессов. 3.

Код компетенции	Содержание компетенции	Этапы формирования
	сферы профессиональной деятельности.	Заключительный этап – формулировка прогнозных выводов.
ОПК-5	Способен участвовать в создании и реализации новых технологий в сфере профессиональной деятельности и контроле их экологической безопасности с использованием живых объектов.	1. Основной этап (модули 1–3) – применение современных технологий анализа (ГИС, NGS, R). 2. Заключительный этап – оценка экологической безопасности предлагаемых решений.
ОПК-7	Способен в сфере своей профессиональной деятельности самостоятельно определять стратегию и проблематику исследований, принимать решения, в том числе инновационные, выбирать и модифицировать методы, отвечать за качество работ и внедрение их результатов.	1. Подготовительный этап – постановка цели и задач. 2. Основной этап – самостоятельный выбор методов, адаптация пайплайнов. 3. Заключительный этап – подготовка отчёта, защита решений.
ОПК-8	Способен использовать современную исследовательскую аппаратуру и вычислительную технику для решения инновационных задач в профессиональной деятельности.	1. Подготовительный этап – знакомство с ПО и вычислительными ресурсами. 2. Основной этап – работа в Linux, использование удалённых серверов, ГИС, R.
СПК-1	Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию.	1. Подготовительный этап – планирование работы. 2. Основной этап – выполнение исследования в соответствии с планом. 3. Заключительный этап – апробация результатов (защита).
СПК-2	Способен использовать программы для эпигенетического анализа и качества эпигенетических данных.	1. Основной этап (модуль 3) – контроль качества NGS-данных, работа с FastQC/MultiQC. 2. Заключительный этап – интерпретация метрик качества.
СПК-3	Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели	1. Основной этап (модуль 4) – построение статистических моделей (регрессия, GLM). 2. Заключительный этап – анализ чувствительности, верификация модели.

Код компетенции	Содержание компетенции	Этапы формирования
	изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты.	
СПК-4	Способен проводить экспертно-аналитическую работу при проведении научных исследований и экспериментальных работ.	1. Основной этап (модуль 4) – подготовка аналитической записки, формулировка рекомендаций. 2. Заключительный этап – защита экспертного заключения.

6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этап формирования	Описание показателей (знать, уметь, владеть)	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ОПК-1 – способен использовать и применять фундаментальные биологические представления для постановки и решения новых задач	Пороговый	1. Подготовительный этап – знакомство с нормативной базой и профессиональной средой. 2. Основной этап, модули 1–2 (экологические данные, ГИС).	Знать: современные концепции экологического мониторинга и биоразнообразия; методы биотестирования. Уметь: импортировать и очищать экологические данные; строить описательные статистики; создавать карты NDVI. Владеть: базовыми навыками работы в R и QGIS.	Выполнение заданий модулей 1–2 не менее чем на 60%	Шкала оценивания практических заданий (модулей).
ОПК-1	Продвинутый	3. Основной этап, модули 3–	Уметь: интегрировать метагеномные и ГИС-данные	Глубина интерпретации в отчёте,	Шкала оценивания практических

		4 (метагеном ика, статистика). 4. Заключите льный этап (отчёт, защита).	для оценки состояния экосистем; формулировать научные выводы. Владеть: навы ками воспроизводим ого анализа и публичной защиты.	обоснова нность выводов, защита	еских заданий (модуле й). Шкала оценива ния дневни ка и отчета. Шкала оценива ния защиты доклада по итогам практик и.
ОПК-2 – способен творчески использова ть знания фундамент альных и прикладны х разделов дисциплин	Порогovy й	1. Подготови тельный этап – обзор методов. 2. Основной этап, модули 1– 2.	Знать: методы биоинформати ки, экологии, статистики. Уметь: комбин ировать методы из разных дисциплин; выбирать подходящий инструмент (R, QGIS, Kraken2). Владеть: навы ками поиска и критического анализа литературы.	Корректн ость выбора методов в заданиях модулей 1–2	Шкала оценива ния практич еских заданий (модуле й).
ОПК-2	Продвину тый	3. Основной этап, модули 3– 4. 4. Заключите льный этап.	Уметь: адапти ровать стандартные пайплайны под нетиповые данные; предлагать новые способы визуализации. Владеть: техни кой интеграции ГИС и метагеномных данных.	Творческ ий подход в отчёте, нестандар тные решения	Шкала оценива ния практич еских заданий (модуле й). Шкала оценива ния дневни ка и отчета. Шкала оценива

					ния защиты доклада по итогам практик и.
ОПК-3 – способен использова ть философск ие концепции естествозн ания и понимание биосферны х процессов	Пороговы й	1. Подготови тельный этап – изучение глобальны х экологичес ких проблем. 2. Основной этап, модуль 2 (ГИС, ДЗЗ).	Знать: основн ые биосферные циклы, антропогенные воздействия. Уметь: интерп ретировать NDVI и другие индексы в контексте продуктивност и экосистем. Владеть: навы ками системного анализа.	Качество интерпре тации карт NDVI	Шкала оценива ния практич еских заданий (модуле й).
ОПК-3	Продвину тый	3. Основной этап, модули 3– 4. 4. Заключите льный этап.	Уметь: прогно зировать изменения биоразнообраз ия под влиянием антропогенных факторов; связывать микробные сообщества с биосферными функциями. Владеть: мето дологией экологического прогнозировани я.	Обоснова нность прогнозо в в отчёте	Шкала оценива ния практич еских заданий (модуле й). Шкала оценива ния дневни ка и отчета. Шкала оценива ния защиты доклада по итогам практик и.
ОПК-5 – способен участвовать в создании и	Пороговы й	2. Основной этап, модули 1– 2.	Знать: совреме нные технологии мониторинга (ГИС, NGS).	Выполне ние заданий модуля 2	Шкала оценива ния практич еских

реализации новых технологий и контроле их экологической безопасности			Уметь: применять ГИС-технологии для оценки техногенного воздействия. Владеть: методами расчёта NDVI и зональной статистики.		заданий (модулей).)
ОПК-5	Продвинутый	3. Основной этап, модули 3–4. 4. Заключительный этап.	Уметь: предлагать технологические решения для экологического мониторинга; оценивать риски. Владеть: навыками подготовки экспертных заключений.	Качество аналитической записки	Шкала оценивания практических заданий (модулей). Шкала оценивания дневника и отчета. Шкала оценивания защиты доклада по итогам практики.)
ОПК-7 – способен самостоятельно определять стратегию исследований, принимать решения, отвечать за качество работ	Пороговый	1. Подготовительный этап – планирование. 2. Основной этап, модули 1–2.	Знать: этапы планирования исследования. Уметь: составлять план-график работы; выбирать методы в зависимости от задачи. Владеть: навыками самоорганизации.	Соблюдение плана-графика	Шкала оценивания практических заданий (модулей).
ОПК-7	Продвинутый	3. Основной этап,	Уметь: модифицировать пайплайн при	Качество ответов на защите	Шкала оценивания

		модули 3–4. 4. Заключительный этап.	возникновении проблем; отвечать за конечный результат. Владеть: способностью аргументировать принятые решения на защите.		практических заданий (модулей). Шкала оценивания дневника и отчета. Шкала оценивания защиты доклада по итогам практики.
ОПК-8 – способен использовать современную исследовательскую аппаратуру и вычислительную технику	Пороговый	1. Подготовительный этап – знакомство с ПО. 2. Основной этап, модули 1–2.	Знать: основы работы в Linux, R, QGIS. Уметь: запускать базовые команды, импортировать данные, строить карты. Владеть: навыками работы с графическим интерфейсом QGIS.	Выполнение заданий модулей 1–2	Шкала оценивания практических заданий (модулей).
ОПК-8	Продвинутый	3. Основной этап, модули 3–4. 4. Заключительный этап.	Уметь: использовать удалённые вычислительные ресурсы (серверы, Conda); применять Kraken2 и R-пакеты для статистики. Владеть: навыками работы в командной строке, контейнеризации (Docker).	Техническая сложность и корректность кода	Шкала оценивания практических заданий (модулей). Шкала оценивания дневника и отчета. Шкала оценивания защиты доклада

					по итогам практик и.
СПК-1 – способен организов ывать и проводить научные исследован ия и их апробацию	Порогов ый	1. Подготови тельный этап – планирова ние НИР. 2. Основной этап, модули 1– 3.	Знать: этапы научного исследования. Уметь: следов ать плану, фиксировать результаты в дневнике. Владеть: мето дами сбора и первичной обработки данных.	Полнота дневника	Шкала оценива ния практич еских заданий (модуле й).
СПК-1	Продвину тый	4. Заключите льный этап – защита.	Уметь: предст авлять результаты в виде доклада и презентации; отвечать на вопросы. Владеть: навы ками публичной апробации.	Успешно сть защиты	Шкала оценива ния практич еских заданий (модуле й). Шкала оценива ния дневни ка и отчета. Шкала оценива ния защиты доклада по итогам практик и.
СПК-2 – способен использова ть программы для эпигенетич еского анализа и качества эпигенетич	Порогов ый	2. Основной этап, модуль 3 (контроль качества NGS- данных).	Знать: метрик и FastQC (GC- состав, адаптеры, качество по позициям). Уметь: запуска ть FastQC и MultiQC, интерпретиров ать отчёты.	Качество отчётов FastQC/M ultiQC	Шкала оценива ния практич еских заданий (модуле й).

еских данных			Владеть: базовыми командами тримминга (Trimmomatic).		
СПК-2	Продвинутый	3. Основной этап, модуль 4 (при наличии эпигенетических данных).	Уметь: при необходимости применять MACS2 для пик-коллинга; оценивать FRiP. Владеть: навыками работы с форматами bedGraph, bigWig.	Дополнительные баллы (в рамках отчёта)	Шкала оценивания практических заданий (модулей). Шкала оценивания дневника и отчета. Шкала оценивания защиты доклада по итогам практики.
СПК-3 – способен разрабатывать и исследовать математические модели явлений и процессов	Пороговый	2. Основной этап, модуль 4 (статистические модели).	Знать: основы линейной регрессии, GLM. Уметь: строить модель lm или glm, интерпретировать коэффициенты. Владеть: методами диагностики остатков.	Корректность построенной модели	Шкала оценивания практических заданий (модулей)
СПК-3	Продвинутый	3. Основной этап, модуль 4 (выбор модели, AIC). 4. Заключите	Уметь: сравнивать модели по AIC, проверять допущения, формулировать выводы. Владеть: навыками использования пакетов	Качество аналитической записки	Шкала оценивания практических заданий (модулей). Шкала оценивания

		льный этап.	ggeffects, performance.		ния дневника и отчета. Шкала оценивания защиты доклада по итогам практики.
СПК-4 – способен проводить экспертно-аналитическую работу	Пороговый	2. Основной этап, модуль 4 (формулировка выводов).	Знать: критерии качества данных и результата. Уметь: выявлять аномалии в данных, обосновывать их удаление. Владеть: основами подготовки аналитических записок.	Обоснованность выводов в модуле 4	Шкала оценивания практических заданий (модулей).
СПК-4	Продвинутый	3. Заключительный этап – защита.	Уметь: аргументированно защищать экспертное заключение; отвечать на критические вопросы. Владеть: навыками экспертной аргументации.	Убедительность ответов на защите	Шкала оценивания практических заданий (модулей). Шкала оценивания дневника и отчета. Шкала оценивания защиты доклада по итогам практики.

6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

6.3.1. Примерные задания для оценки выполнения практических заданий (модулей)

Модуль 1. Профессиональная среда и работа с экологическими данными

Задание:

Вам предоставлены данные по содержанию растворённого кислорода (мг/л) в трёх створах реки за 2020–2024 гг. (файл `oxugen.csv`). Выполните:

1. Импортируйте данные в R, проверьте структуру и наличие пропусков.
2. Постройте ящик с усами (`boxplot`) для каждого створа, подпишите оси.
3. Рассчитайте среднее, медиану, стандартное отклонение и коэффициент вариации для каждого створа.
4. Выполните однофакторный ANOVA для проверки различий между створами. Если различия значимы, проведите post-hoc тест Тьюки.
5. Напишите краткое заключение: есть ли статистически значимые различия по кислороду между створами? Какой створ наиболее благополучен?

Критерии выполнения:

- Данные импортированы, пропуски обработаны (удалены или заменены).
- График построен, оси подписаны.
- Статистики рассчитаны верно.
- ANOVA и post-hoc выполнены, р-значения интерпретированы.
- Заключение логично, опирается на результаты.

Модуль 2. Использование ГИС и данных дистанционного зондирования

Задание:

Скачайте с портала Copernicus два снимка Sentinel-2 (L2A) для одного и того же района за июнь и сентябрь. В QGIS:

1. Выполните обрезку по предоставленному полигону (файл `area.shp`).
2. Рассчитайте NDVI для обоих снимков (формула: $(NIR - Red)/(NIR + Red)$).
3. Постройте карты с одинаковой легендой (например, от -0,2 до 1).
4. Создайте точечный слой с координатами пробных площадок (файл `points.csv`).
5. С помощью инструмента «Зональная статистика» вычислите среднее значение NDVI для буферной зоны радиусом 500 м вокруг каждой точки.
6. Сравните сезонную динамику и сделайте вывод о характере растительного покрова.

Критерии выполнения:

- Снимки успешно загружены и обрезаны.
- NDVI рассчитан, карты построены с единой шкалой.
- Точки импортированы, буферы построены.
- Зональная статистика выполнена, таблица выгружена.
- Выводы аргументированы, указаны возможные причины сезонных изменений.

Модуль 3. Анализ генетических и метабеномных данных

Задание:

Загрузите из NCBI SRA три образца метабенома почвы (идентификаторы: SRR1234561, SRR1234562, SRR1234563). Выполните:

1. Контроль качества сырых прочтений (FastQC, MultiQC).
2. Тримминг адаптеров и удаление низкокачественных концов (Trimmomatic или cutadapt).
3. Повторный FastQC/MultiQC.
4. Таксономическое профилирование с помощью Kraken2 (используйте стандартную базу PlusPF).
5. Постройте столбчатую диаграмму относительной численности на уровне рода (топ-10 родов).
6. Рассчитайте индексы Шеннона и Симпсона для каждого образца.
7. Выполните NMDS-ординацию (метрика Брэй-Кёртиса) и PERMANOVA (adonis2) для проверки различий между образцами.
8. Сформулируйте вывод: различаются ли микробные сообщества образцов?

Критерии выполнения:

- Отчёты FastQC/MultiQC (до и после) предоставлены.
- Команды тримминга и Kraken2 приведены в отчёте.
- Диаграмма и NMDS-график построены.
- Индексы разнообразия рассчитаны.
- PERMANOVA выполнена, р-значение интерпретировано.
- Выводы соответствуют полученным данным.

Модуль 4. Статистическая обработка и экспертно-аналитическая работа**Задание:**

Используя результаты модуля 3 (таблица относительной численности основных таксонов) и приложенные данные о pH почвы в каждом образце:

1. Постройте точечный график зависимости индекса Шеннона от pH.
2. Постройте линейную модель (lm) с индексом Шеннона в качестве отклика и pH в качестве предиктора.
3. Выведите сводку модели (summary), интерпретируйте коэффициент при pH и р-значение.
4. Проверьте остатки на нормальность (тест Шапиро–Уилка) и гомоскедастичность (график остатков от предсказанных значений).
5. Если модель адекватна, постройте линию регрессии на точечном графике с доверительным интервалом.
6. Подготовьте экспертно-аналитическую записку (объёмом до 1 стр.), в которой укажите:
 - как pH влияет на микробное разнообразие;
 - ограничения проведённого анализа;
 - рекомендации для дальнейших исследований.

Критерии выполнения:

- График построен, подписи осей информативны.
- Модель построена корректно.
- Коэффициенты интерпретированы содержательно.
- Диагностика остатков выполнена, выводы об адекватности сделаны.
- Аналитическая записка логична, содержит конкретные рекомендации.

6.3.2. Примерные вопросы для оценки защиты доклада по итогам практики**Технические вопросы (проверка ОПК-6, ОПК-8, СПК-2):**

1. Какие основные этапы обработки метагеномных данных вы выполняли? Какие программы использовали и почему?
2. Как вы оценивали качество FASTQ-файлов? Какие метрики FastQC указывают на проблемы с адаптерами?
3. Чем отличается NMDS от PCA? В каких случаях предпочтительнее NMDS?
4. Что такое PERMANOVA? Какие допущения у этого теста?
5. Как вы проверяли нормальность остатков в линейной модели? Что делать при её нарушении?
6. Какие индексы разнообразия вы использовали? В чём разница между индексом Шеннона и Симпсона?
7. Как вы настроили QGIS для расчёта NDVI? Какие формулы использовали?
8. Почему для метагеномного профилирования используют Kraken2, а не BWA?

Биологические и экологические вопросы (проверка ОПК-1, ОПК-3, ОПК-5):

1. Как загрязнение окружающей среды может влиять на микробное разнообразие? Приведите примеры.
2. Что такое NDVI и каков его биологический смысл? Какие значения указывают на здоровую растительность?
3. Какие таксоны бактерий или грибов могут служить индикаторами эвтрофикации водоёма?
4. Как антропогенная нагрузка может отражаться на альфа- и бета-разнообразии?
5. Какие биосферные процессы (круговороты веществ) можно оценить с помощью метагеномного анализа?

Вопросы по интерпретации результатов (все компетенции):

1. В вашей модели pH оказался значимым предиктором. Как вы объясните этот результат с экологической точки зрения?
2. Почему вы выбрали именно линейную модель, а не обобщённую?
3. Если бы вам нужно было представить результаты руководству организации, какие ключевые выводы вы бы выделили?
4. Какие ограничения есть у вашего анализа? Что можно было бы улучшить при наличии большего времени или данных?
5. Как ваши результаты могут быть использованы для экологического нормирования или принятия управленческих решений?

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Оценка результатов прохождения практики осуществляется в ходе **промежуточной аттестации** (зачёт с оценкой) на основании выполнения студентом всех видов работ, предусмотренных программой практики.

Процедура оценивания включает три последовательных этапа:

1. **Текущий контроль выполнения практических заданий (модулей 1–4)** – осуществляется руководителем практики по мере сдачи студентом результатов каждого модуля. Максимальная оценка за модули – **40 баллов** (по 10 баллов за каждый модуль).
2. **Проверка и оценка дневника и итогового отчёта** – проводится после завершения всех модулей, но до защиты. Максимальная оценка – **30 баллов**.
3. **Защита результатов практики** (презентация, доклад, ответы на вопросы) – проводится перед комиссией. Максимальная оценка – **30 баллов**.

Общая сумма баллов за практику – 100 баллов.

Условие допуска к защите: студент должен набрать не менее **17 баллов** (пороговый уровень) по шкале «Выполнение практических заданий», в противном случае защита не проводится, практика считается не пройденной.

6.4.1. Шкала оценивания выполнения практических заданий (модулей 1–4) – 40 баллов

Показатель	Баллы
Отлично (высокий уровень). Студент демонстрирует всестороннее владение биоинформатическим инструментарием. Все задания модулей выполнены полностью и в срок. Скрипты (bash, при необходимости Python/R) написаны грамотно, комментированы, воспроизводимы. Промежуточные файлы (FASTQ после тримминга, BAM, VCF) созданы корректно. Студент способен обосновать выбор параметров тримминга и фильтрации вариантов, предложить альтернативные инструменты. Демонстрирует понимание биологического смысла каждого этапа.	33–40
Хорошо (базовый уровень). Студент показывает хорошее владение инструментарием. Задания выполнены полностью, но имеются незначительные недочёты (например, отсутствуют отдельные комментарии к коду, не все логи сохранены, один из модулей выполнен не в полном объёме). Основные результаты получены, интерпретация в целом верна, но недостаточно детальна. Студент отвечает на вопросы по ходу работы, но некоторые тонкие моменты требуют уточнений.	25–32

Показатель	Баллы
Удовлетворительно (пороговый уровень). Студент владеет базовыми навыками, но допускает ошибки. Задания выполнены частично (не менее 60% требуемых этапов). Код содержит погрешности (неоптимальные команды, отсутствие фильтрации). Результаты получены, но их интерпретация поверхностна или содержит неточности. Студент может объяснить основные этапы анализа, но слабо аргументирует выбор параметров.	17–24
Неудовлетворительно (низкий уровень). Студент демонстрирует существенные пробелы. Задания выполнены менее чем на 60% либо с грубыми ошибками (неправильное картирование, некорректный вариант-коллинг). Код неработоспособен или отсутствует. Студент не может объяснить свои действия, путает инструменты и форматы данных.	9–16
Крайне неудовлетворительно (отсутствие работы). Задания не выполнены. Код не предоставлен. Студент не владеет даже минимальными навыками работы с биоинформатическими программами.	0–8

6.4.2. Шкала оценивания дневника и итогового отчёта – 30 баллов

Показатель	Баллы
Отлично (высокий уровень). Дневник заполнен ежедневно, указаны все виды работ и часы, есть подпись руководителя, приведены содержательные комментарии о трудностях и их преодолении. Отчёт оформлен в формате Jupyter Notebook/R Markdown, полностью воспроизводим. Присутствуют все разделы (введение, методы, результаты по модулям, обсуждение, выводы). Код хорошо комментирован, визуализация (скриншоты IGV, графики FastQC, таблицы) наглядны и подписаны. Выводы обоснованы, дана биологическая интерпретация обнаруженных вариантов. Стиль изложения научный, грамотный.	25–30
Хорошо (базовый уровень). Дневник заполнен полностью, но есть мелкие пропуски (не все часы указаны). Отчёт полный, но имеются небольшие недостатки: отсутствуют отдельные комментарии к коду, не все графики подписаны, выводы неполны или недостаточно детализированы. Воспроизводимость обеспечена (код работает).	19–24
Удовлетворительно (пороговый уровень). Дневник заполнен небрежно, отсутствуют указания часов. Отчёт неструктурирован, отсутствуют некоторые разделы (например, обсуждение). Код не документирован, визуализация минимальна. Выводы поверхностны, биологическая интерпретация отсутствует или ошибочна.	13–18
Неудовлетворительно (низкий уровень). Дневник не предоставлен или не заполнен. Отчёт содержит грубые ошибки, не соответствует теме. Код отсутствует или неработоспособен.	7–12

Показатель	Баллы
Крайне неудовлетворительно (отсутствие работы). Отчёт и дневник не предоставлены.	0–6

6.4.3. Шкала оценивания защиты доклада по итогам практики – 30 баллов

Показатель	Баллы
Отлично (высокий уровень). Презентация (3–5 слайдов) логична, наглядна, содержит схему пайплайна, ключевые цифры (количество ридов, процент картирования, число вариантов до и после фильтрации), пример интересного варианта с аннотацией. Доклад укладывается в регламент (5–7 мин), речь уверенная, грамотная. Студент свободно отвечает на все вопросы (технические и биологические), даёт аргументированные ответы, демонстрирует понимание допущений и ограничений использованных методов, способен предложить альтернативные подходы.	25–30
Хорошо (базовый уровень). Презентация и доклад в целом хорошие, но есть мелкие недостатки: не все слайды подписаны, нечётко сформулирован вывод. На вопросы отвечает, но иногда требуется уточнение; демонстрирует понимание основных этапов, но не может глубоко объяснить отдельные нюансы (например, выбор порога фильтрации).	19–24
Удовлетворительно (пороговый уровень). Презентация слабая (мало информации, неструктурирована, отсутствует схема пайплайна). Доклад сбивчивый, не укладывается в регламент. На вопросы отвечает только на самые простые (например, что такое FASTQ), допускает ошибки в терминологии. Не может объяснить, почему были выбраны те или иные параметры.	13–18
Неудовлетворительно (низкий уровень). Презентация отсутствует или не относится к теме. Доклад не состоялся. Студент не может ответить ни на один вопрос по существу, путает базовые понятия.	7–12
Крайне неудовлетворительно (отсутствие защиты). Студент не явился на защиту или отказался от доклада.	0–6

6.4.4. Итоговая шкала выставления оценки по практике

Общая сумма баллов = баллы за практические задания (0–40) + баллы за дневник и отчёт (0–30) + баллы за защиту (0–30).

Суммарные баллы	Оценка
81–100	отлично
61–80	хорошо
41–60	удовлетворительно

Суммарные баллы	Оценка
0–40	неудовлетворительно

Примечание: При сумме баллов менее 41 студент не получает зачёт, практика считается не пройденной. При этом если студент не был допущен к защите из-за низких баллов за практические задания (менее 17), то итоговая оценка автоматически выставляется «неудовлетворительно» без проведения защиты.

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ПРОХОЖДЕНИЯ ПРАКТИКИ

7.1. Основная литература

1. Wang, X. Next-Generation Sequencing Data Analysis / Xinkun Wang. — 2nd ed. — Boca Raton : CRC Press, 2024. — 434 p. — ISBN 978-0-367-34989-9. — Текст : электронный // Oxford Academic [сайт]. — URL: <https://academic.oup.com> (дата обращения: 01.06.2026).
2. Singh, D. B., Tripathi, T. Genome Analysis: Principles and Methods / edited by Dev Bukhsh Singh, Timir Tripathi. — 1st ed. — Amsterdam : Elsevier, 2025. — 550 p. — ISBN 978-0-443-21980-1. — Текст : электронный // Elsevier [сайт]. — URL: <https://shop.elsevier.com/books/genome-analysis/singh/978-0-443-21980-1> (дата обращения: 01.06.2026).
3. Стефанов, В. Е. Биоинформатика : учебник для академического бакалавриата / В. Е. Стефанов, Г. Р. Мавропуло-Столяренко, А. А. Тулуб. — Москва : Юрайт, 2025. — 249 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20194-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/book/bioinformatika-557766> (дата обращения: 01.06.2026).

7.2. Дополнительная литература

1. Singh, G. B. Fundamentals of Bioinformatics and Computational Biology: Methods and Exercises in MATLAB / Gautam B. Singh. — 2nd ed. — Cham : Springer, 2025. — 498 p. — (Modeling and Optimization in Science and Technologies). — ISBN 978-3-031-75693-1. — Текст : электронный // Springer [сайт]. — URL: <https://link.springer.com/book/9783031756931> (дата обращения: 01.06.2026).
2. Sung, W.-K. Algorithms in Bioinformatics: A Practical Introduction / Wing-Kin Sung. — Boca Raton : CRC Press, 2025. — 400 p. — ISBN 978-1-4822-4981-1. — Текст : электронный // Bookshop.org [сайт]. — URL: <https://bookshop.org/p/books/algorithms-in-bioinformatics-a-practical-introduction-wing-kin-sung/12775923> (дата обращения: 01.06.2026).
3. Гельфанд, М. С. Биоинформатика : учебник для вузов / под редакцией М. С. Гельфанда. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Юрайт, 2025. — 450 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16487-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/book/bioinformatika-557766> (дата обращения: 01.06.2026).

7.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Профессиональные базы данных и инструменты

1. NCBI (National Center for Biotechnology Information) — GenBank, SRA, dbSNP, PubMed, BLAST. — URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>
 2. EMBL-EBI (European Bioinformatics Institute) — ENA, ArrayExpress, InterPro. — URL: <https://www.ebi.ac.uk>
 3. Ensembl Genome Browser — геномные аннотации, сравнительная геномика. — URL: <https://www.ensembl.org>
 4. UCSC Genome Browser — визуализация геномов, аннотации, ENCODE. — URL: <https://genome.ucsc.edu>
 5. Galaxy Platform — веб-платформа для построения воспроизводимых биоинформатических конвейеров. — URL: <https://galaxyproject.org>
 6. SRA Toolkit Documentation — официальная документация по набору инструментов SRA Toolkit для загрузки данных из NCBI SRA. — URL: <https://github.com/ncbi/sra-tools>
 7. IGV (Integrative Genomics Viewer) — инструмент визуализации выравниваний. — URL: <https://igv.org>
- Обучающие и справочные ресурсы
8. Bioinformatics Stack Exchange — сайт вопросов и ответов по биоинформатике. — URL: <https://bioinformatics.stackexchange.com>
 9. Biostars — форум по биоинформатике, вычислительной геномике и анализу биологических данных. — URL: <https://www.biostars.org>

10. Conda Documentation — официальная документация по менеджеру пакетов и окружений Conda. — URL: <https://docs.conda.io>
11. GitHub — платформа для размещения репозитория с биоинформатическими скриптами и пайплайнами. — URL: <https://github.com>
12. Биоинформатический портал (bioinf.me) — образовательные материалы, курсы и датасеты на русском языке. — URL: <https://bioinf.me>

8. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРАКТИКИ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)

8.1. Лицензионное программное обеспечение

Microsoft Windows 10/11 (или более поздние версии) – операционная система для рабочих станций в компьютерном классе (лицензия образовательного учреждения).

Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint) – для оформления текстовых документов и презентаций.

Kaspersky Endpoint Security для рабочих станций – антивирусная защита (лицензия образовательного учреждения).

8.2. Свободно распространяемое программное обеспечение (в том числе отечественного производства)

Системное и сетевое ПО

Ubuntu Linux (версия 22.04 LTS или 24.04 LTS) – операционная система для биоинформатического анализа; может использоваться как основная, в виртуальной машине или через WSL.

Windows Subsystem for Linux (WSL) версии 2 – встроенный компонент Windows для запуска Linux-окружения.

Miniconda3 (Conda) – менеджер пакетов и виртуальных окружений, необходимый для установки биоинформатических инструментов.

Git – система контроля версий для отслеживания изменений скриптов и отчётов.

GitHub Desktop – графический клиент для работы с репозиториями GitHub.

7-Zip – архиватор для сжатия результатов.

Браузеры и офисные приложения

Google Chrome или Mozilla Firefox – для доступа к веб-интерфейсам баз данных и документации.

LibreOffice (альтернатива Microsoft Office) – может использоваться при отсутствии лицензионного пакета.

Инструменты контроля качества и препроцессинга

FastQC (версия 0.12+) – оценка качества данных секвенирования.

MultiQC (версия 1.25+) – агрегация отчётов FastQC для множества образцов.

Trimmomatic (версия 0.39+) – тримминг адаптеров и низкокачественных участков прочтений.

cutadapt (версия 4.9+) – альтернативный инструмент для удаления адаптеров.

Инструменты выравнивания и работы с выравниваниями

BWA (версия 0.7.18+) – картирование коротких прочтений на референсный геном.

Bowtie2 (версия 2.5+) – быстрое и чувствительное выравнивание прочтений.

SAMtools (версия 1.20+) – работа с форматами SAM/BAM (сортировка, индексация, фильтрация, расчёт статистик).

IGV (Integrative Genomics Viewer) (версия 2.18+) – визуализация выравниваний и вариантов.

Инструменты вариантного анализа и аннотации

BCFtools (версия 1.20+) – вариант-коллинг, фильтрация VCF, манипуляции с вариантами.

SnpEff (версия 5.3+) – аннотация генетических вариантов (функциональный эффект).

Среды воспроизводимых отчётов и программирования

Jupyter Notebook / JupyterLab (версия 7.x+) – создание воспроизводимых отчётов с кодом на Python.

R (версия 4.4+) – среда статистических вычислений (для альтернативного оформления отчётов и базового анализа).

RStudio Desktop (версия 2024.x+) – интегрированная среда разработки для R.

Отечественное программное обеспечение

Биоинформатический портал (bioinf.me) – российский образовательный ресурс с курсами, датасетами и справочной информацией (доступен онлайн, не требует установки).

8.3. Информационные справочные системы

Система «КонсультантПлюс» – правовая информация (доступ через локальную сеть университета).

Biostars – профессиональный форум и справочная система по биоинформатике (свободный доступ: <https://www.biostars.org>).

Bioinformatics Stack Exchange – справочная система «вопрос-ответ» по биоинформатике (свободный доступ: <https://bioinformatics.stackexchange.com>).

8.4. Профессиональные базы данных

NCBI (National Center for Biotechnology Information) – GenBank, SRA (Sequence Read Archive), dbSNP, PubMed, BLAST (свободный доступ: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>).

EMBL-EBI (European Bioinformatics Institute) – European Nucleotide Archive (ENA), Ensembl, InterPro (свободный доступ: <https://www.ebi.ac.uk>).

Ensembl Genome Browser – геномные аннотации, сравнительная геномика (свободный доступ: <https://www.ensembl.org>).

UCSC Genome Browser – визуализация геномов, аннотации, ENCODE (свободный доступ: <https://genome.ucsc.edu>).

Galaxy Platform – облачная платформа для воспроизводимых пайплайнов, содержит готовые базы данных (свободный доступ: <https://usegalaxy.org>).

fgosvo.ru – портал Федеральных государственных образовательных стандартов.

pravo.gov.ru – официальный интернет-портал правовой информации.

www.edu.ru – федеральный портал «Российское образование».

8.5. Требования к обеспечению учебного процесса программным обеспечением

Для успешного прохождения практики каждый студент должен иметь доступ к рабочей станции (компьютеру) с операционной системой (рекомендуется Ubuntu Linux 22.04 LTS или новее, либо Windows 10/11 с WSL2). Все биоинформатические инструменты устанавливаются через менеджер пакетов Conda (Miniconda3) в виртуальное окружение. Преподаватель предоставляет файл окружения (environment.yml), содержащий все необходимые пакеты с фиксированными версиями, что обеспечивает воспроизводимость.

При необходимости удалённого доступа к вычислительным ресурсам (серверу) используется SSH-клиент (например, встроенный терминал Linux/WSL или PuTTY).

9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ

Для проведения учебной практики (практике по направлению профессиональной деятельности) требуется материально-техническое обеспечение, включающее учебные аудитории, компьютерные классы с соответствующим программным обеспечением, доступ к вычислительным ресурсам и специализированным базам данных, а также вспомогательное оборудование для проведения установочных лекций и защиты отчётов.

9.1. Учебные аудитории для проведения лекционных и групповых занятий

Вид занятий	Требования к помещению	Оборудование
Установочная лекция (2 часа)	Аудитория для лекционных занятий, вместимостью не менее 25–30 посадочных мест (в соответствии с численностью учебной группы). Освещение естественное и искусственное, возможность затемнения для работы проектора.	– Мультимедийный проектор (разрешение не менее Full HD) с потолочным креплением или на передвижной тележке. – Настенный экран (размер не менее 2×1,5 м). – Стационарный компьютер преподавателя с подключением к локальной сети и сети «Интернет» (проводное соединение, скорость не менее 100 Мбит/с). – Акустическая система (колонки) для демонстрации видео-инструкций. – Классная доска (меловая или маркерная) с набором маркеров/мела. – Трибуна или преподавательский стол.
Групповые консультации (2 часа в сумме)	Аудитория для практических занятий или переговорная, рассчитанная на 15–20 человек, с возможностью рассадки студентов за компьютерами или вокруг общего стола.	– Персональные компьютеры для студентов (не менее 15 единиц) или возможность подключения ноутбуков к розеткам и локальной сети. – Рабочее место преподавателя с компьютером и проектором (для демонстрации кода, пояснения сложных моментов). – Доска (флипчарт или магнитная) для записи ключевых команд.

9.2. Компьютерный класс (лаборатория) для выполнения практических заданий

Основной объём практической работы студенты выполняют в компьютерном классе, оснащённом стационарными компьютерами или с использованием собственных ноутбуков с доступом в сеть и возможностью установки необходимого ПО.

Общие требования:

- **Количество рабочих мест** – не менее 15, чтобы обеспечить одновременную работу всей подгруппы.
- **Площадь помещения** – из расчёта не менее 2,5 м² на одно рабочее место (согласно санитарным нормам).
- **Электроснабжение** – стабильное, с защитой от скачков напряжения; достаточное количество розеток (не менее двух на рабочее место) для подключения компьютеров и периферии.

- **Сеть** – проводной доступ в локальную сеть университета и в Интернет (скорость не менее 100 Мбит/с на каждое рабочее место, а лучше 1 Гбит/с для работы с большими геномными файлами). Беспроводной доступ (Wi-Fi) – как резервный или для мобильных устройств.
- **Вентиляция и климат** – наличие системы кондиционирования или эффективной приточной вентиляции, так как компьютеры выделяют много тепла, а работа студентов может длиться несколько часов подряд.

Технические характеристики рабочих станций (рекомендуемые):

Компонент	Минимальные требования	Рекомендуемые характеристики
Процессор	Intel Core i5 / AMD Ryzen 5 (4 ядра, 2,5 ГГц)	Intel Core i7 / AMD Ryzen 7 (6 ядер, 3,0 ГГц)
Оперативная память (RAM)	8 ГБ	16 ГБ и более (для работы с большими BAM/VCF файлами)
Жёсткий диск	SSD 256 ГБ (системный + для временных файлов)	SSD 512 ГБ + дополнительный HDD для хранения датасетов
Операционная система	Ubuntu Linux 22.04/24.04 или Windows 10/11 с WSL2	Ubuntu Linux 24.04 LTS (предпочтительно)
Монитор	21,5", разрешение 1920×1080	24", 1920×1080, матовое покрытие для длительной работы
Клавиатура и мышь	Стандартные (проводные)	Эргономичные, проводные (для исключения задержек)
Сетевой интерфейс	Гигабитный Ethernet (1000BASE-T)	Гигабитный Ethernet

Серверная инфраструктура (опционально, но желательно):

Для работы с большими объёмами данных (десятки гигабайт FASTQ-файлов) целесообразно использовать выделенный сервер или кластер. Если в компьютерном классе такие ресурсы отсутствуют, допускается использование удалённого сервера (аренда облачного сервера или внутренний сервер кафедры) с доступом по SSH.

- **Серверные характеристики:** минимум 8 ядер (Intel Xeon или AMD EPYC), 32 ГБ RAM (лучше 64–128 ГБ), дисковое пространство не менее 2 ТБ (SSD или NVMe для быстрого ввода-вывода), подключение к сети 1 Гбит/с.
- **Доступ:** студенты подключаются через терминал (SSH) со своих рабочих станций. На сервере предустановлены все необходимые биоинформатические пакеты, а также система контроля версий Git.

9.3. Перечень оборудования и расходных материалов для камеральной работы (при очном проведении в лаборатории)

- Шкафы для хранения учебных пособий и методических материалов.
- Принтер (лазерный, чёрно-белый или цветной) для распечатки дневников и отчётов (по требованию студента).
- Сканер для оцифровки заполненных дневников (если требуется бумажная версия).
- Набор канцелярских принадлежностей (бумага, папки, скоросшиватели) для оформления отчётной документации.

9.4. Программное обеспечение и вычислительные ресурсы

На всех рабочих станциях должно быть установлено свободно распространяемое программное обеспечение, перечисленное в разделе 8.2.

- Доступ к сети Интернет должен обеспечивать неограниченную загрузку данных из NCBI SRA, ENA, Ensembl и других ресурсов (без блокировки протоколов FTP/HTTPS).
- Для студентов, использующих Windows, должна быть предустановлена и настроена подсистема WSL2 с дистрибутивом Ubuntu (или предоставлена подробная инструкция по установке).
- Рекомендуется создание общего сетевого диска (NAS) или облачного хранилища (например, Nextcloud университета), куда студенты могут сдавать промежуточные результаты (BAM, VCF) и итоговые отчёты.

9.5. Доступ к электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета

Студенты должны иметь возможность работать в ЭИОС Государственного университета просвещения, где размещаются:

- Рабочая программа практики (настоящий документ).
- Методические указания по выполнению заданий.
- Шаблоны дневника и отчёта.
- Видеозаписи установочной лекции и консультаций (при дистанционной поддержке).
- Ссылки на дополнительные ресурсы и литературу.
- Форум или чат для вопросов преподавателю.

Доступ в ЭИОС должен быть обеспечен как из компьютерного класса, так и удалённо (через личные устройства студентов) на весь период практики.

9.6. Требования к технике безопасности и санитарные нормы

- Помещения должны соответствовать санитарно-эпидемиологическим требованиям к условиям труда пользователей вычислительной техники (СанПиН 1.2.3685-21).
- Уровень шума в компьютерном классе не должен превышать 50 дБА.
- Рабочие места должны быть оборудованы регулируемыми по высоте стульями с подлокотниками и спинкой.
- Расстояние от глаз до монитора – не менее 50 см.
- На каждом рабочем месте должна быть инструкция по технике безопасности и пожарной безопасности при работе с компьютерной техникой.
- Первичные средства пожаротушения (огнетушители) – не менее двух на помещение.
- Аварийное освещение и эвакуационные выходы – в соответствии с нормами.

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

(наименование факультета)

(наименование кафедры)

ДНЕВНИК ОБУЧАЮЩЕГОСЯ ПО ПРАКТИКЕ

Обучающийся: _____
Наименование практики: _____
Направление подготовки: _____
Профиль/программа подготовки: _____
Курс: _____
Группа: _____
Форма обучения: _____
Профильная организация: _____
Сроки практики: _____

Руководитель практики от Университета _____
(ФИО)

Кафедра _____
Телефон: _____
e-mail: _____

ОТМЕТКА ОРГАНИЗАЦИИ (ПРЕДПРИЯТИЯ)

Прибыл в организацию « ____ » _____ 202__ г.
Выбыл из организации « ____ » _____ 202__ г.
М.П.

Руководитель организации _____
(подпись) (ФИО)

Дата	Виды работ на практике, включая самостоятельную работу	Продолжительность в <u>днях</u> /часах
Итого:		

Руководитель практики от Университета _____
(подпись) _____
(ФИО)

Приложение № 2

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

(

(наименование факультета)

(наименование кафедры)

ОТЧЕТ О ПРОХОЖДЕНИИ ПРАКТИКИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Обучающийся: _____
Наименование практики: _____
Направление подготовки: _____
Профиль/программа подготовки: _____
Курс: _____
Группа: _____
Форма обучения: _____

Профильная организация: _____
Сроки практики: _____

Отчет о прохождении _____ практики
(вид практики)
сдан « ____ » _____ 20__ г

Оценка за практику** _____

Руководитель практики**
от профильной организации _____
(подпись) (ФИО)

Оценка за практику _____ баллы _____

Руководитель практики
от Университета _____
(подпись) (ФИО)

г. Москва
20__

Краткое содержание практики (проблемы и задачи, выбранные практикантом способы их решения, полученные результаты, их оценка и самооценка):

Индивидуальное задание практиканта:

Проблемы и задачи, выбранные практикантом, способы их решения, полученные результаты, их оценки и самооценки:

Обучающийся: _____
(ФИО) (подпись)

Руководитель
практики от Университета _____ / _____
(подпись) (ФИО, должность)